

# Programa del Tercer Coloquio de Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación, REMIM

12 al 14 de Agosto de 2024

Hora	LUNES 12	MARTES 13	MIÉRCOLES 14
8:45-9:00	<b>Inauguración</b>		
9:00-9:30	Ponencia S-1	Ponencia I-1	Ponencia I-4
9:30-10:00	Ponencia S-2	Ponencia S-1	Ponencia S-3
10:00-10:30	Ponencia S-3	Ponencia I-2	Ponencia S-4
10:30-11:00	Ponencia S-4	Ponencia S-2	Ponencia S-5
11:00-11:30	Ponencia S-5	Ponencia I-3	Ponencia I-5
11:30-12:00	Ponencia S-6	Ponencia I-1	Ponencia I-2
12:00-12:30	Ponencia S-7	Ponencia S-1	Ponencia S-3
12:30-13:00	Ponencia S-8	Ponencia S-2	Ponencia S-4
13:00-13:30	<b>Sesión de discusión</b>	<b>Sesión de discusión</b>	<b>Sesión de discusión</b>
13:30-15:30	<b>COMIDA</b>		
15:30-16:00	Ponencia I-1	Ponencia I-1	Ponencia I-3
16:00-16:30	Ponencia I-2	Ponencia I-2	Ponencia S-5
16:30-17:00	Ponencia S-1	Ponencia S-1	Ponencia S-6
17:00-17:30	Ponencia S-2	Ponencia I-3	Ponencia S-7
17:30-18:00	Ponencia I-3	Ponencia I-4	Ponencia I-4
18:00-18:30	Ponencia I-4	Ponencia I-5	<b>Sesión de discusión y clausura</b>
18:30-19:00	<b>Sesión de discusión</b>	Ponencia I-6	
19:00-17:30		<b>Sesión de discusión</b>	

Líneas Temáticas
Enseñanza de la Matemática
Ciencias de la Computación
Probabilidad y Estadística
Matemáticas Básicas
Matemáticas Aplicadas

## Ponentes

Área	Ponencia	Ponente	Título de Ponencia	Institución
<b>E N S E Ñ A N Z A  D E  L A  M A T E M Á T I C A</b>	<b>S-1</b>	Yaziel Pacheco Juárez, Alejandra Soria Pérez, Angelina Alvarado Monroy, Enrique Vargas Betancourt, Armando Mata Romero	Una experiencia en modelización con actividades para revelar ideas de funciones	Universidad Juárez del Estado de Durango
	<b>S-2</b>	Francisco Javier Sánchez Bernabe, Rubén Becerril Fonseca	Utilización de Mathematica, Octave y GeoGebra para dibujar superficies parametrizadas o definidas implícitamente	Universidad Autónoma Metropolitana
	<b>S-3</b>	Héctor Gabriel Méndez Lara	Un caso de aula invertida aplicada a la enseñanza del cálculo a nivel superior	Universidad Autónoma de Tlaxcala
	<b>S-4</b>	Pablo Enrique	Álgebra Lineal en Acción: Visualizando Conceptos con Imágenes Digitales	Universidad Anáhuac Querétaro
	<b>S-5</b>	Víctor Manuel Méndez Salinas	Análisis de resultados del curso propedéutico de matemáticas	Universidad Del Papaloapan
	<b>S-6</b>	Quitze Morales Meléndez, Marcelino Ramírez Ibáñez	Educación matemática en la UPN Oaxaca	Universidad Pedagógica Nacional Unidad 201 Oaxaca
	<b>S-7</b>	Eddie Aparicio Landa; Gerardo García Almeida	Aprendizaje Activo, Razonamiento y Modelación Matemática en Educación Superior	Universidad Autónoma de Yucatán
	<b>S-8</b>	Leonardo Ignacio Martínez Sandoval	Matemáticas a Distancia: Última etapa	Facultad de Ciencias-UNAM
	<b>SP-1</b>	Abelardo Santaella Quintas	Laboratorio de Matemáticas en la enseñanza media superior	Escuela Superior de Física y Matemáticas IPN
	<b>SP-2</b>	Ramiro Carrillo Catalán, Marcelino Ramírez Ibáñez, Beatriz Carely Luna Olivera, Quitze Morales Meléndez, Marcela Santillán Nieto	El Pensamiento Matemático en el MCCEMS: Teoría de gráficas para el análisis de su estructura curricular	Conahcyt - Universidad Pedagógica Nacional 201

<b>P R O B A B I L I D A D Y E S T A D I S T I C A</b>	<b>I-1</b>	Eduardo Santillán Zerón	Cálculo estocástico vía infinitésimos de Leibniz	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
	<b>I-2</b>	Eloísa Díaz-Francés	La importancia de considerar en el análisis estadístico la censura por intervalo generada al observar variables aleatorias continuas	CIMAT
	<b>I-3</b>	Leonardo R. Laura-Guarachi	Optimal control problem of a success-runs Markov chain	Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Economía del IPN
	<b>I-4</b>	Lizbeth Peñalosa Velasco	La forma de un árbol coalescente con efecto inactivo.	Universidad del Mar
	<b>S-1</b>	Addy Margarita Bolívar Cimé	Análisis de datos mediante técnicas de Machine Learning	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
	<b>S-2</b>	José Leonardo Ledea Rodríguez	Modelos de regresión no lineal. Aplicaciones en la rama agropecuaria	Universidad Autónoma de Baja California Sur
<b>C I E N C I A S D E L A</b>	<b>I-1</b>	Miguel Ángel Uh Zapata	Abordando los Nuevos Desafíos de la Modelación Computacional de Fluidos ante el Cambio Climático con Unidades de Procesamiento Gráfico	CONAHCYT - CIMAT Unidad Mérida
	<b>I-2</b>	Enrique Cruz Martínez	La modelación matemática en la Supercomputación	Universidad Autónoma de la Ciudad de México
	<b>I-3</b>	Mario Castelán	Reconocimiento de patrones en gotas secas mediante algoritmos de aprendizaje profundo	CINVESTAV, Unidad Saltillo
	<b>I-4</b>	Karina Mariela Figueroa Mora	Estudio longitudinal para el desarrollo de modelos predictivos de complicaciones crónicas de la diabetes mellitus tipo 2	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
	<b>I-5</b>	Alicia Morales Reyes	El cómputo evolutivo en la búsqueda de arquitecturas de	Coordinación de Ciencias Computacionales del Instituto

<b>C O M P U T A C I O N</b>			aprendizaje profundo.	Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
	<b>I-6</b>	María Yazmín Hernández Pérez	Ciencia de datos en la Educación	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
	<b>S-1</b>	José Luis López Martínez, Francisco Madera Ramírez	Cómputo paralelo aplicado en el procesamiento digital de imágenes	Universidad Autónoma de Yucatán
<b>M A T E M Á T I C A S  B Á S I C A S</b>	<b>I-1</b>	Alicia Santiago Santos	Aportaciones en dinámica topológica	Universidad Tecnológica de la Mixteca
	<b>I-2</b>	Cenobio Yescas Aparicio	Hiperespacios y subespacios del $\Sigma$ -producto	Universidad Tecnológica de la Mixteca
	<b>I-3</b>	Armando Mata Romero	Estrategias y acciones para el crecimiento académico en la Facultad de Ciencias Exactas de la UJED	Universidad Juárez del Estado de Durango
	<b>I-4</b>	Carlos Cabrera Ocañas	Sumas, promedios y probabilidades	Instituto de Matemáticas-UNAM-Cuernavaca
	<b>I-5</b>	Jesús Muciño Raymundo	Mosaicos y funciones de variable compleja	Centro de Ciencias Matemáticas-UNAM
	<b>S-1</b>	Juan H. Arredondo	Integración generalizada	Universidad Autónoma Metropolitana
	<b>S-2</b>	Hugo Rodríguez Carmona	Números multidimensionales	Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística
	<b>S-3</b>	Patricia Domínguez Soto	Importancia del cuerpo académico de topología y sus aplicaciones en la FCFM, BUAP	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
	<b>S-4</b>	Liudmila Sabinina	Sobre las variedades de lazos nilpotentes de clase 2 y de exponente 2.	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
	<b>S-5</b>	Cristhian Garay	Explorando sistemas algebraicos de ecuaciones diferenciales relevantes en las aplicaciones a ciencia e ingeniería mediante métodos del álgebra conmutativa	CIMAT-Guanajuato

<b>MATEMÁTICAS APLICADAS</b>	<b>I-1</b>	María Victoria Chávez Hernández	Un enfoque multidisciplinario en problemas de transporte público	Instituto Tecnológico Autónomo de México
	<b>I-2</b>	Jonás Velasco Álvarez	Optimización de zonas agrícolas: modelos y algoritmos	CIMAT
	<b>I-3</b>	Víctor Francisco Breña Medina	Caos homoclínico y la intermitencia caótica en un sistema de tres componentes	Instituto Tecnológico Autónomo de México
	<b>I-4</b>	Manuel Falconi Magaña	Sobre la distribución de las especies	Facultad de Ciencias -UNAM
	<b>S-1</b>	Edgar Possani	Optimización de la logística en transporte y producción	Instituto Tecnológico Autónomo de México
	<b>S-2</b>	Ángel Ramón Aranda Campos, Francisco Javier Hernández López, Reymundo Ariel Itzá Balam, Omar Muñiz Pérez, Joel Antonio Trejo Sánchez, Miguel Ángel Uh Zapata	Capacidades científicas y tecnológicas del grupo de matemática computacional de alto rendimiento (HiPerCoM)	CIMAT
	<b>S-3</b>	José Villa Morales	Control de sistemas lineales de ecuaciones diferenciales fraccionarias en el sentido de Caputo	Universidad Autónoma de Aguascalientes
	<b>S-4</b>	Juan Martínez Ortiz, Leticia Adriana Ramírez Hernández, José Manuel Gómez Soto, Luz Vanessa Nació Parea, Verónica Arredondo Luna	Hacia la transdisciplinariedad en Matemáticas	Universidad Autónoma de Zacatecas
	<b>S-5</b>	Martha Lorena Avendaño Garrido	Modelación Matemática para el reconocimiento de patrones de desplazamiento en el Análisis de la Conducta	Universidad Veracruzana
	<b>S-6</b>	Silvia Jerez Galiano	Modelación Matemática de Procesos Biológicos: Remodelación Ósea	CIMAT
	<b>S-7</b>	Erika Elizabeth Rodríguez Torres, Margarita Tetlalmatzi Montiel, Benjamin Alfonso Itza Ortiz, Rafael Villarroel Flores	Matemáticas Aplicadas a la Neurociencia	Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo
	<b>SP-3</b>	Pablo Enrique	Ley de enfriamiento de Newton con temperatura variable	Anáhuac Querétaro
	<b>SP-4</b>	Félix Augusto Aquino Camacho, Yisvy Maday Roque García	La modelación matemática para incidir en las vocaciones científicas en los	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

			estudiantes de nivel medio superior	
	<b>SP-5</b>	Rubén Becerril Borja	Extensiones al concepto de creencia común en racionalidad futura y pasada restringida	Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa

**NOTA:** Las conferencias SP-1 a SP-5 serán pregrabadas y estarán disponibles desde el inicio del evento.

# Resúmenes

## Enseñanza de la Matemática

### **S-1: Una experiencia en modelización con actividades para revelar ideas de funciones**

Yaziel Pacheco Juárez, Alejandra Soria Pérez, Angelina Alvarado Monroy, Enrique Vargas Betancourt, Armando Mata Romero  
*yaziel.pacheco@ujed.mx*

En esta charla se expondrán resultados de un estudio basado en el diseño y centrado en la intervención de una secuencia de modelización para revelar ideas y representaciones de funciones que surgen de los alumnos en una situación de desarrollo de talento para el canto en un conjunto de personas durante un periodo de tiempo. El estudio se llevó a cabo con alumnos de un curso propedéutico previo al ingreso a una licenciatura en matemáticas, siguiendo la metodología de investigación basada en el diseño, cumpliendo un ciclo con análisis prospectivo, experimentación en el aula y evaluación para el rediseño. Se identificaron categorías emergentes a partir de un análisis inductivo para clasificar las representaciones de los modelos de los estudiantes: lineales, lineales a trozos, suaves, discretas y alternativas.

En la charla analizaremos el cómo los estudiantes utilizaron su conocimientos previo y el emergente durante la interacción en el equipo para interpretar y representar la situación dada, así como para destacar momentos cruciales de la historia de los personajes, lo que revela de fondo ideas matemáticas de funciones que los estudiantes tienen y cómo la actividad puede ayudar a que, con posibles mejoras del diseño, se favorezcan, el aprendizaje de conceptos relacionados a los de función y a límite.

## **S-2: Utilización de Mathematica, Octave y GeoGebra para dibujar superficies parametrizadas o definidas implícitamente**

Francisco Javier Sánchez Bernabe, Rubén Becerril Fonseca

*fjsb@xanum.uam.mx*

En este trabajo consideramos varias superficies y estudiamos sus simetrías, calculando planos tangentes en algunos puntos. Empezamos con una generalización a tres dimensiones, de la curva cerrada que es la solución de un sistema de dos ecuaciones diferenciales ordinarias, tipo depredador-presa. Esto nos conduce a una superficie definida implícitamente en la cual intervienen funciones exponenciales. Similarmente, analizamos otro ejemplo definido por una parametrización descrita en términos de funciones trigonométricas. También consideramos varios tipos de sillas de montar. Las gráficas son generadas mediante Mathematica, GeoGebra o bien Octave, que es una versión libre de Matlab.

## **S-3: Un caso de aula invertida aplicada a la enseñanza del cálculo a nivel superior**

Héctor Gabriel Méndez Lara

*hgmendezl@uatx.mx*

Desde nuestra perspectiva, el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas no es nada sencillo. Un error común en la docencia es pensar que sólo por tener una licenciatura afín a las matemáticas es suficiente para poder transmitir conocimientos a estudiantes de las materias (asignaturas o unidades de aprendizaje). Nada más lejos de la realidad. En efecto, se requiere tener una sólida formación en el área enseñar, lo cual debe estar acompañado de conocimientos en las áreas de las *ciencias de la educación* y de las *tecnologías de la información y comunicación*.

En la *Encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares* hecha por el INEGI -2022-, se obtuvo que hay 93.8 millones de personas usuarias de teléfono celular y también había 93.1 millones de personas usuarias de internet. Con el dato anterior y observando las condiciones de los estudiantes que tengamos en nuestras aulas es posible implementar la metodología denominada **Flipped Classroom** (FC)

con el propósito de facilitar el proceso de enseñanza - aprendizaje de las matemáticas así como el de centrar el aprendizaje en el estudiante.

Flipped Classroom es una metodología de enseñanza que pretende que el aprendizaje se centre en el alumno, a través actividades diseñadas por el docente las cuales deben ser realizadas por el estudiante fuera del aula. Uno de los pilares de esta metodología es que: *el estudiante debe llegar al aula con conocimientos en el tema, los cuales fueron adquiridos fuera del aula y a través del desarrollo de las actividades planificadas por el docente*, de esta manera el estudiante se vuelve un agente activo y no esperar a que el docente le transmita sus conocimientos como tradicionalmente se hace.

En esta charla se presenta un caso de aplicación de la metodología FC desarrollado en el *Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan en la asignatura de Cálculo diferencial*. Se mostrarán las actividades desarrolladas previas a las clases, las actividades hechas durante la clase, así como los resultados obtenidos en las evaluaciones del grupo.

#### **S-4: Álgebra Lineal en Acción: Visualizando Conceptos con Imágenes Digitales**

Pablo Enrique

*paenmoga@gmail.com*

**Propuesta:** Incorporar imágenes digitales como recursos didácticos en la enseñanza del Álgebra Lineal.

**Introducción:** Las imágenes digitales permiten visualizar conceptos abstractos propios del Álgebra Lineal, como la independencia lineal o el cambio de base, facilitando su comprensión por parte de los estudiantes, además de promover el aprendizaje visual, estrategia efectiva para estudiantes con este estilo de aprendizaje. Se presentan trabajos hechos por estudiantes donde se observó la creatividad y el pensamiento crítico en la resolución de problemas, lo cual permite la elaboración de materiales educativos dinámicos e interactivos, aumentando el interés y la motivación de los estudiantes.

**Conclusión:** La incorporación de imágenes digitales como recursos didácticos en la enseñanza del Álgebra Lineal representa una estrategia innovadora y efectiva para mejorar la comprensión de conceptos abstractos, fomentar el aprendizaje visual y desarrollar habilidades clave en los estudiantes. Se recomienda su implementación de manera creativa y reflexiva, considerando las características de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje.

### **S-5: Análisis de resultados del curso propedéutico de matemáticas**

Víctor Manuel Méndez Salinas

*vmendez@unpa.edu.mx*

En esta plática mostraremos los resultados obtenidos al utilizar el texto de apoyo que elaboramos para el curso propedéutico de la materia de matemáticas.

Se contrastan los avances en matemáticas de los alumnos candidatos a ingresar a la Universidad del Papaloapan después de utilizar el material didáctico con sus resultados en un examen diagnóstico.

### **S-6: Educación matemática en la UPN Oaxaca**

Quitze Morales Meléndez, Marcelino Ramírez Ibáñez

*quitzeh@gmail.com, marchelino@gmail.com*

La educación matemática en un estado como Oaxaca debe considerar necesariamente su naturaleza multicultural. El trabajo educativo en matemáticas implica desarrollar, por un lado, una sensibilidad y curiosidad especial por aprender lo mucho que las diversas culturas pueden enseñarnos y, por otro, una perspectiva crítica sobre la cultura propia y sobre nuestras maneras de relacionarnos con otros. El equipo de trabajo relacionado con la Academia de Matemáticas de la UPN (Unidad 201 Oaxaca) tiene una trayectoria de largo aliento en el trabajo con docentes que imparten matemáticas (o pensamiento matemático o pensamiento científico, según el planteamiento curricular que estemos considerando). Este equipo es interdisciplinario y participan especialistas en educación matemática, en diversos temas de matemáticas, en matemáticas aplicadas y en etnomatemáticas. Actualmente contamos con dos posgrados para maestros, uno para educación primaria y preescolar y

otro para nivel medio superior. Nuestro trabajo con maestros, ya sea a través de los posgrados o de solicitudes de apoyo de diversas instituciones, consiste en dar apoyo a docentes para que éstos desarrollen su conocimiento conceptual de los contenidos matemáticos que enseñan y que tengan apoyo de algunos enfoques para enseñarlos.

### **S-7: Aprendizaje Activo, Razonamiento y Modelación Matemática en Educación Superior**

Eddie Aparicio Landa, Gerardo García Almeida  
*alanda@correo.uady.mx, galmeida@correo.uady.mx*

En esta ponencia se presentan dos proyectos que ha estado desarrollando el Cuerpo académico “Ecuaciones Diferenciales, Análisis y Enseñanza de las Matemáticas” de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY).

**Proyecto 1: “Aprendizaje Activo y Razonamiento Matemático en Cursos de Educación Superior”.** Este proyecto consiste en examinar los alcances y limitaciones que tiene el uso de la estrategia de aprendizaje activo y la incorporación del razonamiento matemático en el aprendizaje de las matemáticas en cursos avanzados de educación superior. La información principal del proyecto proviene de dos planes de estudios de formación profesional: 1) Licenciatura en Matemáticas y 2) Licenciatura en Enseñanza de las Matemáticas, de la UADY, en los cuales el cuerpo académico tiene intervención. Del primer plan se han recolectados datos de cursos avanzados tales como modelación matemática y teoría de la medida e integración. Del segundo, se ha trabajado con contenidos de Cálculo y Álgebra.

El proyecto inició en el año 2022 y hasta el momento se ha encontrado que, de lado del aprendizaje activo, una de las limitaciones de esta estrategia en cursos avanzados de matemáticas es el excesivo trabajo individual por parte de los estudiantes, mientras que, del lado de la enseñanza, se identifica una falta de preparación e implementación adecuada de las estrategias del aprendizaje activo. No obstante, se ha detectado que, por ejemplo, el uso de artículos de investigación constituye un importante recurso complementario y mediador para promover la competencia de construcción de pruebas matemáticas (Aparicio et al., 2023) y que la resolución de problemas de manera colaborativa favorece la comprensión conceptual y la competencia estratégica en los estudiantes de licenciatura en matemáticas.

Del lado del razonamiento matemático, se ha identificado que la generalización matemática es un proceso que apoya el aprendizaje de los conceptos, métodos y propiedades matemáticas en la licenciatura en enseñanza de las matemáticas. Tal es el caso de aprendizaje conceptual de algunas propiedades de la integral definida mediante la generalización de invariantes geométrico-analíticos bajo ciertas transformaciones (Aparicio et al, 2024).

**Proyecto 2: “Formulación de modelos biomatemáticos con sistemas de ecuaciones diferenciales”.** El objetivo del proyecto consiste en desarrollar modelos usando las ecuaciones diferenciales para describir fenómenos biológicos que, por su evolución con el tiempo, resultan de singular importancia para la sociedad. Actualmente se desarrolla un modelo SQIR (por sus siglas en inglés) del COVID 19 a partir de la división de la población en cuatro clases: S(t) Susceptible, Q(t) Quarantine, I(t) Infected and R(t) Retired.

Para la construcción de este tipo de modelo y la obtención de su solución analítica se utilizan derivadas fraccionarias:

$$\begin{aligned}
{}^{CF}D_t^q S &= \beta^q - M^q I(t)S(t) (1 + \gamma_1^q I(t)) - (d_0^q + \alpha^q) S(t) \\
{}^{CF}D_t^q Q &= \alpha^q S(t) - (\mu^q + d_0^q) Q(t) - a^q \beta_2^q Q(t)I(t) \\
{}^{CF}D_t^q I &= M^q I(t)S(t) (1 + \gamma_1^q I(t)) + a^q \beta_2^q Q(t)I(t) - (d_0^q + \gamma^q) I(t) \\
{}^{CF}D_t^q R &= \gamma^q I(t) + \mu^q Q(t) - d_0^q R(t).
\end{aligned}$$

Table 1: Description of parameters of the model

$\beta$	Birth rate
$d_0$	Death rate not due to corona
$\alpha$	Rate of Susceptible moved to quarantine
$\mu$	Recovery rate from quarantine
$a$	Contact rate of quarantined and infected
$\gamma$	Retirement rate
$\gamma_1$	Rate of infection of susceptible
$\beta_2$	Rate of infection of quarantined
$M$	Contact rate of susceptible and infected

## **S-8: Matemáticas a Distancia: Última etapa**

Leonardo Ignacio Martínez Sandoval

*leomtz@ciencias.unam.mx*

El proyecto *Matemáticas a Distancia* de la Facultad de Ciencias de la UNAM tiene el objetivo de presentar un enfoque unificado y articulado para crear cursos completos, de acceso libre, gratuitos y de calidad para la impartición y el auto-aprendizaje de asignaturas de la Licenciatura en Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la UNAM. En el transcurso de los últimos cuatro años, hemos elaborado 20 cursos completos para nuestra plataforma, disponible en <https://www.mdistanzia.com>.

En esta plática, hablaremos brevemente de los aspectos generales del proyecto. Además, compartiremos los avances más recientes. Platicaremos de los últimos cursos añadidos a la plataforma, así como de la nueva funcionalidad de *mini-COMALes*. Finalmente, hablaremos de cómo académicos de distintas partes del país pueden aprovechar la plataforma de *Matemáticas a Distancia* tanto para impartir sus cursos, como para contribuir con nuevo material.

## **SP-1: Laboratorio de Matemáticas en la enseñanza media superior**

Abelardo Santaella Quintas

*asantaellaq@ipn.mx*

La educación permite a los individuos desarrollar de manera integral sus capacidades, esto contribuye al desarrollo de la sociedad. La educación media superior debe garantizar el desarrollo integral de las y los estudiantes a través del currículum, el cual aborda de manera articulada la formación sociocognitiva (currículum fundamental) y la socioemocional (currículum ampliado). Partiendo de este hecho, mejorar la calidad de los procesos de enseñanza depende del quehacer profesional docente, esto implica, considerar la manera en que cada individuo percibe, interpreta y procesa información con base a un contexto específico, lo anterior implica la necesidad de generar distintos escenarios para favorecer estos procesos. Los escenarios deben permitir actividades individuales y colectivas (crear vínculos interpersonales afectivos), donde se debe promover el desarrollo de entornos de convivencia sanos, seguros y propios para el aprendizaje y la formación socioemocional, es decir,

la responsabilidad social, el cuidado físico-corporal y el bienestar emocional-afectivo.

Las matemáticas desempeñan un papel importante en el proceso formativo de cualquier individuo, ya que favorece las habilidades de pensamiento.

Uno de los recursos más comunes en la enseñanza de las matemáticas es la resolución de problemas, sabemos que esto no se reduce a que el estudiante halle solución a un conjunto de problemas, la intención es que desarrolle recursos y heurísticas que le permitan representar problemas de formas distintas y explorar diferentes caminos de solución, y de ser posible extender y generalizar resultados. Con base en lo anterior el “Laboratorio de Matemáticas en la enseñanza media superior”, ofrece una alternativa a los docentes de educación media superior que deseen implementar en su quehacer docente diversos recursos y estrategias en la resolución de problemas matemáticos.

El uso de recursos didácticos manipulativos concretos estructurados en la enseñanza representa una oportunidad para el proceso de aprendizaje debido a que, por medio de actividades lúdicas que plantean retos cognitivos a los estudiantes, se estimula el desarrollo del conocimiento desde una perspectiva diferente e interactiva, la cual involucra el trabajo colaborativo, que coadyuva a la creatividad, flexibilidad de pensamiento, el razonamiento, habilidad kinestésica, además de favorecer la convivencia, la solidaridad, el respeto, la tolerancia, etcétera.

La intención del Laboratorio de Matemáticas es mostrar a los docentes un apoyo didáctico, para complementar el desarrollo de los programas de estudio de los cursos de Matemáticas. La experiencia y creatividad del docente es el elemento preponderante para la implementación de estas sugerencias, las mismas son abiertas y ofrecen amplias posibilidades de adecuaciones a la forma de trabajo de cada docente, y sobre todo a las necesidades y dificultad de aprendizaje de sus estudiantes.

## **SP-2: El Pensamiento Matemático en el MCCEMS: Teoría de gráficas para el análisis de su estructura curricular**

Ramiro Carrillo Catalán, Marcelino Ramírez Ibáñez, Beatriz Carely Luna Olivera, Quitzeh Morales Meléndez, Marcela Santillán Nieto.

*rcarrillo@g.upn.mx*

En 2023, en México entró en efecto la Nueva Escuela Mexicana (NEM), una reforma educativa con perspectiva pedagógica de corte humano, con enfoque crítico, humanista y comunitario; que ha implicado un cambio curricular desde el nivel preescolar hasta el medio superior. En el caso del nivel medio superior, la NEM se concreta a través del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior (MCCEMS). En este marco los recursos sociocognitivos Pensamiento Matemático I, II y III están organizados por progresiones de aprendizaje, categorías y subcategorías del pensamiento matemático. Para los docentes del nivel medio superior ha representado un gran reto el adaptarse a este enfoque de trabajo. Una clave para ello es comprender las relaciones entre los elementos que estructuran este nuevo marco curricular.

En esta plática compartiremos un ejemplo del uso de la teoría de gráficas para un análisis de coherencia interna de la estructura de los programas de pensamiento matemático del MCCEMS que permita cuestionamientos del planteamiento desde la *praxis* docente. Este trabajo es un ejemplo de la colaboración interdisciplinaria que realiza parte del equipo **Tlacuache** de la UPN 201 Oaxaca.

# Probabilidad y Estadística

## I-1: Cálculo estocástico vía infinitésimos de Leibniz

Eduardo Santillán Zerón

*eszeron@math.cinvestav.edu.mx*

El cálculo de Itô es uno de los resultados más interesantes en el área de procesos estocásticos. Parte del interés proviene de las diferencias evidentes entre el cálculo clásico y el de Itô. Así, en este ensayo explicamos estas diferencias proponiendo que el infinitésimo  $dt$  admite una raíz cuadrada  $dB$ . Ésto es,  $dB$  es la raíz cuadrada formal de  $dt$ , de igual forma que  $i$  es la raíz cuadrada formal de menos uno.

Recordemos que los infinitésimos fueron introducidos por Nicolaus Mercator y Gottfried Wilhelm Leibniz alrededor del año 1670, ésto con el fin de formalizar el cálculo diferencial. Una de las reglas básicas es que el infinitésimo  $dt$  es estrictamente mayor que cero, pero estrictamente menor que todo número real positivo.

Las ideas de Mercator y Leibniz no fueron totalmente aceptadas en su tiempo y alrededor de 1820 fueron substituidas por la definición moderna de límite, siguiendo los trabajos de Cauchy y Weierstraß. Más aún, una de las críticas a los trabajos de Leibniz fue que los infinitésimos no tienen una raíz cuadrada natural.

Así, en este ensayo analizamos un modelo funcional para los números duales  $s+x\cdot dt$ , el cual está dotado del orden lexicográfico y donde además el cuadrado del infinitésimo  $(dt)^2$  es igual a cero. Este modelo contiene al cálculo diferencial; más aún, el cálculo de Itô y las integrales de Young-Itô aparecen automáticamente cuando se introduce en el modelo la raíz cuadrada de  $dt$ .

## **I-2: La importancia de considerar en el análisis estadístico la censura por intervalo generada al observar variables aleatorias continuas**

Eloísa Díaz-Francés  
*diazfran@cimat.mx*

Al observar una variable aleatoria continua, todo instrumento de medición la registra induciendo una censura por intervalo que usualmente no es tomada en cuenta para el análisis estadístico. Además, la forma misma de observar el fenómeno de interés a menudo puede también generar una censura adicional, debido al diseño experimental. Se exhibe aquí, con varios ejemplos prácticos, cómo esta censura puede influir de manera importante tanto en inferencias estadísticas como en la selección del modelo estadístico que describa bien el fenómeno aleatorio de interés. Por tanto, es importante considerarla siempre en el proceso de modelar estadísticamente al fenómeno en estudio. Hoy en día, con el poder de cómputo actual, considerar esta censura por intervalo en los análisis estadísticos resulta muy sencillo.

## **I-3: Optimal control problem of a success-runs Markov chain**

Leonardo R. Laura-Guarachi  
*leonardorlag@gmail.com*

This talk explores the application of optimal control theory techniques to the well-known “success-runs Markov chain” model, which has applications in various fields like age replacement policies, mean field models, and many others. We first review the structure and asymptotic properties of this model. Then, we formulate the optimal control problem of a success-runs Markov chain. For this framework, we introduce the concept of “uniform stationary states” and establish a dissipativity condition. We prove the asymptotic stability of the optimal steady-state solution in the infinite horizon case. Finally, we illustrate the theoretical results by applying them to age replacement policies in a forest age class model.

#### **I-4: La forma de un árbol coalescente con efecto inactivo.**

Lizbeth Peñalosa Velasco

*lizbethpv@aulavirtual.umar.mx*

El tema central en genética de poblaciones es entender como una población evoluciona bajo ciertas condiciones dadas. En biología, algunas preguntas que surgen de una muestra tomada de una población a examinar, son en su mayoría retrospectivas, es decir, se busca saber que sucedió en el pasado para que el día de hoy la población tenga las particularidades actuales o dicho de otra forma, ¿cuáles fueron los mecanismos evolutivos responsables de las características observadas en la muestra tomada en el presente? Para inferir el pasado de la muestra tomada en el presente surge la teoría de coalescencias.

En esta charla daré una introducción a la teoría de coalescencias, pasando del modelo Wright-Fisher al coalescente de Kingman, para finalmente introducir el coalescente con banco de semillas, el cual es un modelo genealógico estructurado que aparece en modelos evolutivos para poblaciones con individuos activos e inactivos. En esta plática ofrecemos una imagen completa de la forma del árbol de este coalescente, definiendo tiempos de paro que dividen al árbol en sus diferentes dinámicas. Esta división nos ayudó a demostrar que la longitud total está localizada en la parte inferior del árbol. Proyecto en conjunto con Dr. Arno Siri-Jégousse y Dr. Adrián González Casanova.

#### **S-1: Análisis de datos mediante técnicas de Machine Learning**

Addy Margarita Bolívar Cimé

*addy.bolivar@gmail.com*

Ante el incremento de la cantidad de información generada alrededor del mundo en diferentes ámbitos, surge la necesidad del análisis de cantidades masivas de datos o de datos de dimensión muy alta. Por otro lado, un aspecto importante hoy en día es que se cuenta con software capaz de procesar grandes cantidades de información, lo que ha producido un auge en la aplicación de las técnicas de Machine Learning. Debido a lo anterior es importante el estudio, tanto teórico como por simulaciones, del desempeño de las técnicas de Machine Learning cuando se aplican a datos masivos o datos de dimensión alta que surgen en diversas áreas.

En esta plática hablaremos de algunos métodos de clasificación, como clasificación lineal y por redes neuronales, daremos algunas de sus propiedades y aplicaciones en diversos campos.

## **S-2: Modelos de regresión no lineal. Aplicaciones en la rama agropecuaria**

José Leonardo Ledea Rodríguez

*j.ledea@pos.uabcs.mx*

En el presente ejercicio se plantea como objetivo desarrollar desde la experiencia de trabajo y estudios vigentes, una revisión crítica sobre el uso y aplicabilidad de los modelos de regresión no lineal en la rama agropecuaria. Estos modelos son considerados como una extensión de las regresiones lineales clásicas que se conocen, sin embargo, poseen la particularidad de describir la pendiente de fenómenos que no siguen una línea recta, basándose en una relación funcional específica entre las variables independientes (predictoras) y la variable dependiente. La regresión lineal establece formas de relación del tipo  $y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_nx_n$ , mientras que los modelos no lineales pueden adoptar formas más complejas como  $y = \beta_0 + \beta_1e^{\beta_2x}$  ó  $y = \beta_0 + \beta_1x^{\beta_2}$ , que en conjunto con la estimación de los parámetros mediante el algoritmo de Gauss-Newton o el método Levenberg-Marquardt minimizan la suma de los cuadrados de los errores (residuos) entre los valores observados y predichos por el modelo. Desde esta perspectiva, los modelos de regresión no lineal se han utilizado en la rama agropecuaria como modelos primarios para modelar procesos dinámicos en animales (altura, crecimiento, peso, producción láctea), plantas (desarrollo de órgano, crecimiento) y microorganismos (curva de crecimiento). Entre los modelos mayormente aceptados se encuentra el Logístico, Gompertz, Von Bertalanffy, Brody y en algunos casos el de Baranyi y Roberts, cada uno con propiedades y características distintivas desde su fundamento matemático. Asimismo para la consideración de bondad de ajuste se han precisados criterios que se limitan al análisis de residuos, criterio de información de Akaike(AIC) y criterio de información Bayesiano (BIC), sin embargo, varios autores coinciden en el coeficiente de determinación al cuadrado ( $R^2$ ) ajustado, Cuadrado Medio del Error (CME) y significación de los parámetros de estimación (a, b, c) también deben ser tomados en cuenta para establecer la afinidad de la modelación al fenómeno

biológico que se estudia. Los modelos de regresión no lineal constituyen una poderosa herramienta para capturar procesos complejos y multifactoriales entre variables que describen fenómenos biológicos que confluyen dentro de la rama agropecuaria, por lo que conocer las características, potencialidades, limitaciones y ajustes a situaciones biológicas específicas, donde los modelos lineales no son adecuados, permitirá una mejor comprensión de estos.

## Ciencias de la Computación

### **I-1: Abordando los Nuevos Desafíos de la Modelación Computacional de Fluidos ante el Cambio Climático con Unidades de Procesamiento Gráfico**

Miguel Ángel Uh Zapata  
*angeluh@cimat.mx*

Debido al cambio climático actual, muchos fenómenos naturales han alterado su intensidad, alcance geográfico y temporalidad. Los efectos de estos cambios, de naturaleza global, son cada vez más evidentes en nuestro país. Por tanto, es crucial desarrollar soluciones innovadoras para mitigar sus efectos, estimar su intensidad o posición geográfica y duración de estos fenómenos lo cual ayudará a garantizar la seguridad para la población. Para abordar estos desafíos, alineados al plan estratégico nacional, se requiere un esfuerzo conjunto que involucre a todas las disciplinas del conocimiento. En este contexto, las matemáticas aplicadas, el cómputo científico, y en particular la dinámica de fluidos computacionales, ofrecen herramientas para el estudio y análisis riguroso de una gran variedad de fenómenos físicos. En esta plática mostraremos algunos ejemplos de dichos problemas con sus respectivas soluciones usando la matemática computacional. De manera particular, nos centraremos en una técnica de paralelización en GPU para soluciones eficientes de la ecuación de Poisson, el cual se aplica en simulaciones tridimensionales de las ecuaciones de Navier-Stokes con geometrías arbitrarias.

## **I-2: La modelación matemática en la Supercomputación**

Enrique Cruz Martínez

*enrique.cruz@uacm.edu.mx*

Desde la construcción de las primeras computadoras modernas en la segunda mitad del siglo XX, estas fueron usadas para hacer los cálculos numéricos que permitieron resolver problemas técnicos en áreas como la criptografía, balística y mecánica de fluidos principalmente. A partir de esa época mucho se desarrolló en términos de sistemas operativos, lenguajes de programación de alto nivel, lectura y escritura de archivos, algoritmos para resolver una gran diversidad de problemas de ciencia e ingeniería. Tecnologías diversas de computadoras como fabricación de procesadores, memorias, interconexiones y sistemas de almacenamiento entre muchos otros componentes. En esta plática se dará un breve repaso a las tecnologías clásicas de supercomputación hasta llegar a las tecnologías commodity (hardware del mercado masivo y software libre como Linux y el proyecto GNU) de los grandes centros de datos y se hará énfasis en algunos ejemplos de la computación científica técnica y la actual tendencia de usos de esta infraestructura para análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data). Se terminará con una introducción a la Inteligencia Artificial (IA) que cada vez toma un rol más importante en la sociedad moderna.

## **I-3: Reconocimiento de patrones en gotas secas mediante algoritmos de aprendizaje profundo**

Mario Castelán

*mario.castelan@cinvestav.edu.mx*

La generación de patrones que resultan de los procesos de evaporación de fluidos es un fenómeno común en la naturaleza. Una forma de obtener dichos patrones es a través del método de evaporación de gotas (DEM, por sus siglas en inglés: Droplet Evaporation Method), basado en el autoensamblaje de partículas suspendidas en fluidos en nano y microestructuras durante la evaporación. DEM ha encontrado aplicación en la impresión de inyección de tinta, en la fabricación de nuevos materiales electrónicos y ópticos, incluidas películas delgadas y recubrimientos, en el descubrimiento de fármacos, así como en el análisis de calidad y diagnóstico médico. El método también se

ha aplicado con éxito para exhibir mecanismos físicos acoplados en las interacciones proteína-proteína de la sangre o para estudiar la morfología asociada con polímeros y cristales líquidos. También ha demostrado eficacia al diferenciar las modalidades de producción de preparados farmacéuticos estudiando el impacto de la energía mecánica aplicada. Analizar patrones en imágenes de residuos de gotas evaporadas requiere metodologías rápidas, eficaces y de bajo costo que sean capaces de revelar trastornos en la salud, así como adulteración en agua y medicamentos. En el análisis de patrones DEM se han utilizado técnicas de visión por computadora para diferenciar entre grupos de depósitos; sin embargo, debido a la alta complejidad de los mecanismos de transporte de masa y procesos de agregación que surgen durante el secado de gotas, no siempre es posible identificar estructuras simples que puedan ser utilizadas como marcadores. Investigar nuevos algoritmos de análisis de imágenes DEM permitirá ir más allá de las fronteras actuales de la ciencia en este campo. En este sentido, el reconocimiento de patrones que incluya evaluaciones rápidas y objetivas de bases de datos de imágenes es de gran importancia. En la presente ponencia se compartirán avances relacionados con el proyecto CONAHCYT de Ciencias de Fronteras CF-2023-G-454, el cual aborda problemáticas y soluciones relacionadas con el aprendizaje profundo para el reconocimiento de patrones en residuos de gotas evaporadas mediante la colaboración de tres posgrados nacionales y un instituto suizo.

#### **I-4: Estudio longitudinal para el desarrollo de modelos predictivos de complicaciones crónicas de la diabetes mellitus tipo 2**

Karina Mariela Figueroa Mora

*karina.figueroa@umich.mx*

En esta charla les platicaré sobre modelos de aprendizaje de máquina para desarrollar modelos predictivos en pacientes con diabetes tipo 2. Los datos con los que se trabajó en este estudio son del Instituto Mexicano del Seguro Social de Michoacán. Una base de datos con mas de 14 años de historial.

El modelo desarrollado en este proyecto está en proceso de implementarse en el sistema del IMSS a nivel nacional.

## **I-5: El cómputo evolutivo en la búsqueda de arquitecturas de aprendizaje profundo.**

Alicia Morales Reyes

*a.morales@inaoep.mx*

En esta plática compartiré dos trabajos de investigación desarrollados en el INAOE en los que mediante técnicas del cómputo evolutivo se explora la construcción de arquitecturas de aprendizaje profundo y su optimización.

Por un lado, analizaré la técnica de programación genética y sus cualidades en la construcción de arquitecturas para aprendizaje profundo de forma análoga, es decir, cuál es comparativamente el aporte de la programación genética en el diseño automático de este tipo de modelos y en su caso, si estos pueden alcanzar un desempeño comparable con el de una arquitectura neuronal profunda.

Por otro lado, abordaré el problema de la optimización de redes neuronales profundas desde un planteamiento multiobjetivo considerando como objetivos en conflicto el desempeño del modelo y su complejidad en términos del número de operaciones multiplicaciones-adiciones requeridas. Se exploran los tipos de representación de soluciones para la aplicación directa de operadores de variación asociados a técnicas del cómputo evolutivo multi-objetivo bien establecidas como NSGA-II.

## **I-6: Ciencia de datos en la Educación**

María Yazmín Hernández Pérez

*yasmin.hp@cenidet.tecnm.mx*

Se presenta un panorama de la ciencia de datos y su aplicación en la educación, así como una introducción al aprendizaje automático. Se describe porque los datos educativos requieren un tratamiento diferente al tratamiento estándar de los datos. Se hace énfasis en la obtención, integración, preparación y limpieza de datos y se describe un experimento de ciencia de datos educativos.

## **S-1: Cómputo paralelo aplicado en el procesamiento digital de imágenes**

José Luis López Martínez, Francisco Madera Ramírez

*jose.lopez@correo.uady.mx*

En la actualidad el procesamiento digital de imágenes es utilizado en casi todas las áreas de conocimiento científico, ya sea para mejorar o restaurar una imagen, reconocer un objeto, extraer características de una imagen, etc. Por otra parte, el cómputo paralelo tiene como objetivo mejorar el rendimiento y la eficiencia en la ejecución de las tareas computacionales. En esta charla, se mencionan algunos trabajos realizados donde se incorporan ambas líneas de conocimiento, y se discuten las ventajas y los desafíos de integrar el cómputo paralelo en el procesamiento digital de imágenes.

# Matemáticas Básicas

## **I-1: Aportaciones en dinámica topológica**

Alicia Santiago Santos

*alicia@mixteco.utm.mx*

La dinámica topológica es una rama de los sistemas dinámicos en la que las propiedades cualitativas de los sistemas dinámicos se estudian desde el punto de vista de la topología general. En esta charla les hablaré sobre algunos proyectos de investigación que he dirigido o colaborado, en relación con este tema.

## **I-2: Hiperespacios y subespacios del $\Sigma$ -producto**

Cenobio Yescas Aparicio

*cenobio@gs.utm.mx*

Esta charla tiene la intención de mostrar el trabajo realizado y los resultados obtenidos del estudio de algunos subespacios clásicos del  $\Sigma$ -producto, tales como los espacios de Corson, Valdivia o Eberlein, desde la teoría de hiperespacios. Mostraremos algunos resultados que responden a algunos problemas de la literatura y también plantearemos las interpretaciones de problemas aún abiertos sobre  $\Sigma$ -productos mediante la teoría de hiperespacios. El trabajo es fruto de una estancia posdoctoral CONAHCYT en la Universidad Tecnológica de la Mixteca con el Dr. Fernando Tenorio, integrante del cuerpo académico de Modelación matemática y Topología (UTMIX-CA-33) de la misma universidad.

### **I-3: Estrategias y acciones para el crecimiento académico en la Facultad de Ciencias Exactas de la UJED**

Armando Mata Romero

*armandomr@ujed.mx*

La Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Juárez del Estado de Durango es una Unidad Académica con dos licenciaturas y dos programas de Maestría. En los últimos años ha iniciado un proceso de consolidación logrando fortalecer sus indicadores académicos. Dicho proceso ha enfrentado diversos obstáculos comunes a la mayoría de las universidades del país: falta de plazas de profesores de tiempo completo, falta de apoyos a la investigación, recortes presupuestales, entre otros. En esta charla, platicaremos acerca de algunas estrategias y acciones que hemos emprendido y que han sido funcionales para enfrentar esta problemática. También mencionaremos las áreas de desarrollo de la Facultad e invitaremos a otras instituciones a establecer colaboraciones académicas con nosotros.

### **I-4: Sumas, promedios y probabilidades**

Carlos Cabrera Ocañas

*carloscabrerao@im.unam.mx*

En esta platica daremos un panorama general sobre los conceptos básicos de la teoría de la medida. Mencionando algunas de sus aplicaciones importantes a la ciencia natural.

### **I-5: Mosaicos y funciones de variable compleja**

Jesús Muciño Raymundo

*muciray@matmor.unam.mx*

Siguiendo ideas clásicas (de A. Schwarz, F. Klein, R. Nevanlinna, W. Thurston); mostramos que muchas funciones de variable compleja tiene asociados mosaicos, con losetas a dos colores alternados. Con esos objetos en mente, proponemos varios proyectos de enseñanza e investigación.

## **S-1: Integración generalizada**

Juan H. Arredondo

*iva@xanum.uam.mx*

Integración generalizada se renueva constantemente desarrollándose además como una rama de las matemáticas de actualidad, pero también incidiendo en teoremas clásicos obteniendo generalizaciones teóricas y mejores aproximaciones numéricas.

Presentaremos algunos resultados desarrollados por el grupo de Análisis de Fourier con integración generalizada. En particular, usando la representación de posición y momento mediante los operadores (no continuos) “x” y “p” en el espacio  $L^2(\mathbb{R})$  se deduce el principio de incertidumbre mediante la transformada de Fourier clásica definida como un operador unitario en ese espacio de funciones. El Principio de Incertidumbre tiene también su manifestación en el ámbito de las funciones integrables en el sentido generalizado. Y además, parece relacionarse a un mismo patrón a diferentes escalas.

## **S-2: Números multidimensionales**

Hugo Rodríguez Carmona

Juan H. Arredondo

*hugorodriguez@arquitecturapatrimonial.com*

Este trabajo presenta una nueva forma de concebir los números como números multidimensionales, con esta perspectiva es posible representar el teorema de Pitágoras de una manera diferente a la convencional  $a^2 = b^2 + c^2$ , afirmar que cualquier número puede concebirse como cuadrado o de cualquier otra potencia para demostrar que la conjetura de Gauss que afirma que cualquier número puede representarse como la suma de máximo cuatro números cuadrados, la conjetura de Euler que menciona que no existe un cubo de dimensiones enteras que pueda descomponerse en otros dos también de dimensiones enteras y otras tres conjeturas formuladas por De Fermat que establecen que el número 26 es el único que se encuentra entre un número cuadrado y uno cúbico, que ningún número primo de la familia  $4n + 3$  se puede descomponer como la suma de dos cuadrados y la que se conoce como su último teorema, que postula que es imposible encontrar la forma de convertir un cubo en la

suma de 2 cubos una potencia cuarta en la suma de 2 potencias cuartas o en general cualquier potencia más alta que el cuadrado en suma de 2 potencias de la misma clase. Son falsas. Adicionalmente, usando la ecuación:  $H = m^n b$ , que se usa para describir a un número multidimensional, es posible calcular cualquier raíz con una simple división. En este trabajo también se propone una nueva notación algebraica para representar a este tipo de números.

### **S-3: Importancia del cuerpo académico de topología y sus aplicaciones en la FCFM, BUAP**

Patricia Domínguez Soto  
*pdsoto@fcfm.buap.mx*

El cuerpo académico conjuga las áreas de topología, álgebra y el análisis complejo. En particular, se trabaja en continuos y en la dinámica holomorfa. Mencionaremos algunas actividades que realiza el cuerpo académico como: docencia, divulgación e investigación. También, se menciona, en la ponencia, la estrecha relación que tiene el cuerpo académico con otras instituciones del país.

### **S-4: Sobre las variedades de lazos nilpotentes de clase 2 y de exponente 2.**

Liudmila Sabinina  
*liudmila@uaem.mx*

Vamos a mostrar que existe nada más 10 subvariedades de la variedad de lazos nilpotentes de clase 2 de 2 generadores y de exponente 2.

## **S-5: Explorando sistemas algebraicos de ecuaciones diferenciales relevantes en las aplicaciones a ciencia e ingeniería mediante métodos del álgebra conmutativa**

Cristhian Garay

*cristhian.garay@cimat.mx*

En los últimos años, diversos grupos de investigación y ciencia aplicada en ámbitos del estudio de los fenómenos extremos (como el impacto de los huracanes en las ciudades) han redirigido sus esfuerzos al estudio de modelos de sistemas de ecuaciones diferenciales no lineales; al mismo tiempo, una gran variedad de estos sistemas son algebraicos.

El Álgebra Diferencial es la rama de las matemáticas que propone un tratamiento desde un punto de vista del álgebra conmutativa y de la geometría algebraica de estos sistemas de ecuaciones diferenciales algebraicas. Aunque no es nuevo, este enfoque ha recibido recientemente un impulso importante por la implementación y adaptación de paquetes de cálculo simbólico como `DifferentialAlgebra`, y por la aplicación de métodos tropicales para describir los espacios de soluciones en series de potencias formales de estos sistemas. La importancia de este punto de vista algebraico es que permite plantear nuevas preguntas de un manera equivalente, clara y enriquecedora. Además ofrece la posibilidad de crear una puerta para explicar, predecir y describir propiedades de los sistemas y sus espacios de soluciones.

Nuestro objetivo desde la perspectiva aplicada es deducir condiciones suficientes para la existencia de soluciones formales de sistemas polinomiales diferenciales específicos, y relevantes en aplicaciones a la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, osciladores no lineales, o fórmulas límite deducidas a partir de modelos turbulentos para los que, aún recientemente, no se han reportado demostraciones matemáticas. Nos gustaría destacar que hay muy pocos resultados fundamentales sobre la existencia local y global y la unicidad de soluciones de modelos no lineales algebraicos en ambos casos.

# Matemáticas Aplicadas

## **I-1: Un enfoque multidisciplinario en problemas de transporte público**

María Victoria Chávez Hernández

*victoria.chavez@itam.mx*

Esta charla explora la convergencia entre la ingeniería de transporte y la epidemiología. Por una parte se explora el diseño de una red de transporte público tomando en cuenta las preferencias de las personas usuarias para disminuir el costo monetario y minimizar su tiempo de viaje y por otra parte se analiza cómo el número de viajes puede influir en la propagación de enfermedades contagiosas como el COVID-19. Se discutirá un modelo que equilibra el costo de cada transbordo y el tiempo de viaje para diseñar líneas de transporte que puedan mejorar la eficiencia y cobertura en una zona de estudio. Se evalúa un modelo SIR de ecuaciones diferenciales donde intervienen las interacciones de individuos que viajan de una zona a otra y se usan datos de COVID19 en la Ciudad de México para estimar los parámetros del modelo. Se espera dar una visión multidisciplinaria sobre la importancia de considerar factores epidemiológicos en la planificación y gestión de infraestructuras de transporte público.

## **I-2: Optimización de zonas agrícolas: modelos y algoritmos**

Jonás Velasco Álvarez

*jvelasco@cimat.mx*

La agricultura es una de las actividades fundamentales de nuestra civilización, es necesaria para la alimentación desde una familia hasta un país completo. Sin embargo la cantidad de recursos utilizados es sumamente alta y recientemente se ha visto afectada por los fenómenos naturales que han provocado la escasez de recursos como el agua o ciertos nutrientes del suelo. La agricultura de precisión surge como un conjunto de conocimientos para tecnificar el campo que permita el uso óptimo de los recursos que se requieran para las actividades agrícolas.

Dentro de la agricultura de precisión existe un problema conocido como delimitación de zonas de manejo sitio específico (SSMZ por sus siglas en

inglés), donde se busca dividir un terreno de cultivo en zonas con propiedades físico-químicas homogéneas. Resolver este problema eficientemente permitirá generar una herramienta como apoyo a la toma de decisiones, la cual ayude a garantizar la aplicación exacta de nutrientes e insumos en cada región específica, reduciendo el impacto ambiental y generando un ahorro de recursos y de capital de inversión por parte del productor agrícola.

Dicho problema ha sido abordado sobre todo con técnicas heurísticas y algoritmos de cómputo evolutivo, específicamente, los algoritmos de estimación de distribuciones (EDAs por sus siglas en inglés). Actualmente no se tenía un punto de comparación con un método exacto o modelo. En esta charla se presentará un modelo de programación no lineal entera mixta y los algoritmos desarrollados para abordar el problema de SSMZ. La metodología que proponemos permite la generación de zonas de manejo con formas ortogonales (por ejemplo, formas en T y L) las cuales exploran más el espacio de soluciones, comparado que con solo formas rectangulares. Las subregiones con formas ortogonales posibilitan el uso de la maquinaria agrícola y minimizan el número de zonas requeridas para la partición del campo.

### **I-3: Caos homoclínico y la intermitencia caótica en un sistema de tres componentes**

Víctor Francisco Breña Medina

*victor\_brena@itam.mx*

En esta charla expondré las condiciones que conducen la emergencia de caos homoclínico en un sistema de tres componentes; este sistema consiste en una simplificación de la dinámica subyacente en el fenómeno bioquímico conocido como autoinducción. En este trabajo, adicionalmente, se encontraron las condiciones que conducen a la ruta de intermitencia caótica al considerar retrasos temporales.

#### **I-4: Sobre la distribución de las especies**

Manuel Falconi Magaña

*mjfalconi@gmail.com*

La distribución de las especies y la abundancia poblacional, es uno de los problemas generales más importante en ecología. En la investigación acerca de este problema, un elemento fundamental es el concepto de nicho, entendido éste como el conjunto de condiciones ambientales idóneas para el desarrollo de una especie (Nicho sensus Grinnell). La hipótesis del centroide enuncia que hay una relación inversa entre la abundancia de una especie y su distancia al centro geográfico del nicho. Para la teoría y la conservación de las especies, es un punto importante conocer las consecuencias sobre esta relación, de las interacciones interespecíficas y la movilidad de los individuos en un medio ambiente determinado. En la plática se mostrará cómo la modelación matemática es una herramienta importante en estos estudios y se plantearán algunas líneas de trabajo sobre este tema.

#### **S-1: Optimización de la logística en transporte y producción**

Edgar Possani

*epossani@itam.mx*

En esta ponencia se presentarán algunos de los proyectos en los que hemos estado trabajando en mi grupo académico. Se explicarán brevemente diferentes modelos de optimización y su aplicación en la optimización de la logística de transporte y producción. En particular se hablará de dos problemas en la programación de horarios (*scheudling theory*). El primero sobre el despegue de aeronaves con datos del AICM (Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México) y el segundo sobre la producción de inyección de plástico. El primero usa una heurística de búsqueda de árbol *beam search* para hallar el orden de despegues de las aeronaves para minimizar tiempos de espera y emisiones de CO<sub>2</sub>, y el segundo emplea modelos de programación lineal para maximizar la utilidad en la producción de materiales plásticos usando moldes. Un tercer problema que se presentará es el de el control de inventarios y programación de rutas para las Ecobicis en la Ciudad de México para minimizar los costos de traslados y maximiza la satisfacción con el sistema de transporte público. Con esto esperamos dar un panorama del tipo de aplicaciones y métodos de

solución que empleamos; para luego presentar nuevos proyectos en los que esperamos contar con colaboración de otros miembros de la red.

## **S-2: Capacidades científicas y tecnológicas del grupo de matemática computacional de alto rendimiento (HiPerCoM)**

Ángel Ramón Aranda Campos, Francisco Javier Hernández López, Reymundo Ariel Itzá Balam, Omar Muñiz Pérez, Joel Antonio Trejo Sánchez, Miguel Ángel Uh Zapata

*fcoj23@cimat.mx*

El grupo de investigación de matemática computacional de alto rendimiento (HiPerCoM, por sus siglas en inglés: High-Performance Computational Mathematics) se estableció a principios de 2023 por seis investigadores por México CONAHCYT adscritos al Centro de Investigación en Matemáticas A.C. (CIMAT) en su unidad Mérida. Sus integrantes son investigadores dedicados y altamente capacitados, cuyo enfoque se centra en aplicaciones avanzadas de matemáticas y computación científica. Desde su creación, el grupo HiPerCoM ha estado involucrado en una variedad de proyectos en las áreas de análisis de datos, procesamiento de imágenes, modelación matemática, propagación de ondas, análisis numérico, dinámica de fluidos, visión computacional, procesamiento de video, aprendizaje automático, algoritmia distribuida y paralela, cómputo paralelo y optimización para resolver problemas matemáticos de gran escala. En esta charla, se presenta al grupo, destacando sus actividades principales, como la investigación en ciencia de frontera, la colaboración con instituciones académicas y la participación en proyectos que tienen incidencia en los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES). Además, se discuten las perspectivas futuras del grupo, enfatizando su compromiso con la innovación científica y tecnológica en el ámbito de la matemática computacional de alto rendimiento.

### **S-3: Control de sistemas lineales de ecuaciones diferenciales fraccionarias en el sentido de Caputo**

José Villa Morales

*j1v2m32004@gmail.com*

En esta charla, comentaremos cómo, utilizando controles acotados, buscamos regular la dinámica de una ecuación diferencial fraccionaria lineal en el sentido de Caputo. Veremos que la ecuación que gobierna la dinámica posee controles óptimos, y que estos controles son del tipo bang-bang. Además, enunciaremos la validez de un principio de máximo para determinar el control óptimo. Durante la ponencia, discutiremos dos ejemplos como aplicación de los resultados obtenidos. El primer ejemplo muestra que se puede alcanzar el tiempo óptimo seleccionando adecuadamente un índice fraccionario. El segundo ejemplo demuestra que la elección entre el modelo clásico y el modelo fraccionario puede depender del punto inicial de la dinámica. Creemos que esta contribución puede ser de interés para cierto sector de la comunidad matemática.

### **S-4: Hacia la transdisciplinariedad en Matemáticas**

Juan Martínez Ortiz, Leticia Adriana Ramírez Hernández, José Manuel Gómez Soto, Luz Vanessa Nació Parea, Verónica Arredondo Luna

*Leticia.adriana.ramirez@gmail.com*

La transdisciplinariedad en matemáticas implica la integración y aplicación de conceptos matemáticos a diversas disciplinas, superando las fronteras tradicionales entre campos del conocimiento. En México, esta tendencia está cobrando relevancia debido a la complejidad de los problemas que enfrentamos, así como a los grandes volúmenes de información que se generan actualmente, y la necesidad de análisis y sistematización de ésta. En esta breve charla presentamos nuestros intereses y avances en Investigación Aplicada, en áreas como medicina, preferencias y elección social, biología, simulación computacional, finanzas, ciencias del comportamiento y ecología.

### **S-5: Modelación Matemática para el reconocimiento de patrones de desplazamiento en el Análisis de la Conducta**

Martha Lorena Avendaño Garrido

*maravendano@uv.mx*

En tiempos recientes, el registro del desplazamiento de organismos ha cobrado relevancia en el campo de la Ciencia del Comportamiento, impulsado por el desarrollo de sistemas informáticos avanzados para el seguimiento de diversas especies. Este registro permite realizar un análisis del continuo conductual, evaluando si existen cambios significativos en el comportamiento de los organismos debido a alteraciones en procesos como el aprendizaje, la motivación y el miedo, entre otros. Para abordar esta problemática, se han utilizado modelos matemáticos, recursos gráficos y herramientas computacionales que facilitan una comprensión visual, cualitativa y cuantitativa de los datos obtenidos de los registros de desplazamiento en distintas tareas experimentales. En esta charla se presentarán algunos trabajos desarrollados por miembros el CA Modelación Matemática en colaboración con colegas del Laboratorio de Psicología Comparada, ambos pertenecientes a la Universidad Veracruzana.

### **S-6: Modelación Matemática de Procesos Biológicos: Remodelación Ósea**

Silvia Jerez Galiano

*jerez@cimat.mx*

En esta charla, se presentan resultados asociados a un proyecto de investigación en modelación matemática del proceso biológico de la remodelación ósea. Los modelos que se formularon están basados en dinámica de poblaciones y la ley de acción de masas. Se establecieron sistemas de ecuaciones diferenciales inicialmente ordinarios, a partir de hipótesis biológicas, que después se extendieron para un estudio de la dinámica espacio-temporal. Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de los modelos con objeto de validar su pertinencia.

## **S-7: Matemáticas Aplicadas a la Neurociencia**

Erika Elizabeth Rodríguez Torres, Margarita Tetlalmatzi Montiel, Benjamin Alfonso Itza Ortiz, Rafael Villarroel Flores

*erikart@uaeh.edu.mx*

El objetivo general del cuerpo académico (CA) es generar investigación en las áreas de sistemas dinámicos, topología, ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones, alineándose con las necesidades de innovación y desarrollo científico de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y la entidad. Las líneas de investigación se enfocan en sistemas dinámicos aplicados a topología, ecuaciones diferenciales, estadística y neurociencias.

El CA busca desarrollar aplicaciones innovadoras en problemas de neurociencias mediante el estudio de series de tiempo, registros electroencefalográficos, registros en médula espinal y/o corazón. Los análisis de sistemas dinámicos propuestos por el CA permitirán cuantificar los cambios observados tras condiciones experimentales, tratamientos o terapias.

La aplicación de procedimientos analíticos, tanto matemáticos como computacionales, a problemas fisiológicos ha mejorado significativamente nuestra comprensión de los procesos fundamentales en los organismos vivos. Esta charla presentará herramientas matemáticas avanzadas, como el análisis de clasificación y fractal, junto con software computacional, para fortalecer y optimizar el estudio de la relación estructura-función en sistemas fisiológicos. Se abordarán temas como la identificación de patrones de actividad espontánea en la médula espinal, la determinación de la estructura fractal de lesiones en la médula espinal, la exploración del deterioro cognitivo sin demencia y el análisis matemático del electrocardiograma. Estos enfoques proporcionan una interpretación más profunda y matizada de los datos electrofisiológicos, allanando el camino para investigaciones y aplicaciones innovadoras en neurociencia y medicina.

### **SP-3: Ley de enfriamiento de Newton con temperatura variable**

Pablo Enrique

*paenmoga@gmail.com*

**Introducción:** La ley de enfriamiento de Newton es una herramienta fundamental para comprender la transferencia de calor entre un objeto y su entorno. Sin embargo, su validez en situaciones que se alejan de las condiciones ideales no ha sido ampliamente explorada. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la ley de Newton en un escenario no tradicional, utilizando una temperatura ambiente variable representada por un modelo senoidal.

Los resultados experimentales mostraron una buena concordancia con la solución teórica obtenida, lo que valida la aplicación de la ley de enfriamiento de Newton en el escenario no tradicional estudiado, en el caso de enfriamiento de agua durante 52 horas. La incorporación de una temperatura ambiente del tipo senoidal aporta una nueva perspectiva al estudio de este fenómeno y abre la puerta a la modificación de modelos de temperatura y otros análogos en el ámbito de las ecuaciones diferenciales ordinarias y sus aplicaciones.

**Conclusión:** Este estudio demuestra que la ley de enfriamiento de Newton puede ser aplicada con precisión en situaciones que no se ajustan a las condiciones ideales comúnmente asumidas. La incorporación de condiciones iniciales no tradicionales como la temperatura senoidal permite ampliar el rango de aplicabilidad de esta ley y abre nuevas posibilidades para el desarrollo de modelos de transferencia de calor más complejos y realistas.

### **SP-4: La modelación matemática para incidir en las vocaciones científicas en los estudiantes de nivel medio superior**

Félix Augusto Aquino Camacho, Yisvy Maday Roque García

*felix.aquino@correo.buap.mx, yisvy.roque@correo.buap.mx*

La Nueva Escuela Mexicana asociada al Nivel Medio Superior, promueve el aprendizaje significativo enfocado a las problemáticas de la comunidad a través del trabajo interdisciplinar, lo cual implica nuevos retos para la labor docente. La modelación matemática es una fuente de oportunidades para lograrlo, ya que se puede aplicar a las diversas áreas del conocimiento. En la presente plática, mostramos el trabajo que se ha obtenido al plantear, desarrollar y socializar proyectos integradores dentro de los cursos de matemáticas,

en las distintas áreas terminales del bachillerato universitario BUAP, en un trabajo docente colaborativo multi e interdisciplinario y de distintos niveles académicos, que fomentan las vocaciones científicas en la comunidad estudiantil. Algunos de estos proyectos, se plantean dentro del del Coloquio de Modelación Matemática Aplicada a las Ciencias Biológicas e Ingenierías (que se encuentra en su décimo primera edición), en el que se ha tenido la participación de estudiantes tanto de nivel medio superior, superior y posgrado. Este coloquio ha servido como una base para la divulgación y socialización de dichos proyectos.

**SP-5: Extensiones al concepto de creencia común en racionalidad futura y pasada restringida**

Rubén Becerril Borja

*ruben.becerril@gmail.com*

En la teoría de juegos epistémica el concepto central de razonamiento es la creencia común en racionalidad. Para el caso de juegos dinámicos, esta creencia común en racionalidad se considera en cada uno de los posibles conjuntos de información. Dado que no es posible asegurar la racionalidad de todos los jugadores tanto en conjuntos de información pasados como futuros, se restringe la racionalidad requerida de los oponentes. En nuestro caso, se considera que los oponentes son racionales en el futuro, pero que además, en situaciones donde los nodos de información no son singuletes, también se considera que los oponentes son racionales en el pasado, para las historias que son factibles. La investigación en curso consiste en utilizar este concepto de racionalidad para estudiar juegos estocásticos, además de considerar la introducción de un concepto adecuado de creencias correctas para adaptar la solución al marco de trabajo de la teoría de juegos clásica.