

# XXVIII Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas

Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora



# Presentación

El Departamento de Matemáticas, como cada año, organiza la Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas, que en esta ocasión llegará a su vigésima octava edición y la cual se celebrará los días del 5 al 9 de marzo de 2018. En esta edición estaremos celebrando el XX Aniversario de la Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Este evento es una de las actividades más importantes que la Universidad de Sonora realiza para la difusión de las matemáticas en la región noroeste de nuestro país y con el paso de los años ha ido creciendo y causando un impacto positivo, pues se ha enriquecido con la participación de matemáticos mexicanos de alto prestigio y en ocasiones de otras nacionalidades, docentes del área de todos los niveles educativos y estudiantes.

Las actividades medulares que se llevan a cabo son conferencias plenarias, ponencias y cursos de actualización disciplinar y/o docente, dirigidos a profesores, investigadores y estudiantes de todos los niveles; además de charlas de divulgación de la ciencia y exposiciones de prototipos del área de las ciencias exactas y naturales.

Sería imposible realizar este importante evento académico sin la participación de un Comité Organizador comprometido y sin el apoyo presupuestal y logístico de prácticamente todas las instancias académicas y administrativas de la Universidad de Sonora y de la Sociedad Matemática Mexicana.

El Comité Organizador de la XXVIII Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas le da la más cordial bienvenida a este evento, esperando que su asistencia y participación sea lo más provechosa posible.

Comité Organizador



# Índice general

<b>Presentación</b>	<b>III</b>
<b>Programa general de actividades</b>	<b>1</b>
<b>Conferencias plenarios</b>	<b>3</b>
¡No controles mis ...! ( <i>María de la Luz Jimena de Teresa de Oteyza</i> ) . . . . .	3
Introducción de conceptos a partir del uso de problemas abiertos y de modelación ( <i>María Trigueros Gaisman</i> ) . . . . .	3
La tarea de Jacobo Bernoulli ( <i>Ana Meda Guardiola</i> ) . . . . .	4
Procedimientos de explotación de información para la identificación de datos faltantes con ruido e inconsistentes ( <i>Horacio Daniel Kuna</i> ) . . . . .	4
Alpha Zero: Cómo y por qué funciona ( <i>Julio Waissman Vilanova</i> ) . . . . .	4
<b>Conferencias por invitación</b>	<b>5</b>
Función exponencial, cálculo de $2^{64}$ con una calculadora, y las concesiones de obra pública en Costa Rica ( <i>Mario Alberto Villalobos Arias</i> ) . . . . .	5
Algunas aplicaciones de la topología al análisis de datos ( <i>José Andrés Perea Benitez</i> ) .	6
Raíces de polinomios y grupos de Lie ( <i>Jesús Muciño Raymundo</i> ) . . . . .	6
Avances recientes en la geometría fractal del DNA ( <i>Pedro Eduardo Miramontes Vidal</i> )	6
<b>Mesa Redonda</b>	<b>7</b>
<b>Cursos</b>	<b>9</b>
Grandes Desviaciones ( <i>Ana Meda Guardiola</i> ) . . . . .	9
Procesamiento de Datos por Medio del SPSS ( <i>Alejandrina Bautista Jacobo y Gloria         Peralta Torúa</i> ) . . . . .	9
Geometría del Diseño Asistido por Computadora ( <i>José Antonio Vallejo</i> ) . . . . .	10
Estabilización de Sistemas de Control ( <i>Julio Solís Daun</i> ) . . . . .	10
El potencial de geogebra para enseñar geometría ( <i>José Luis Soto, César Fabián Romero         Félix y María Teresa Dávila Araíza</i> ) . . . . .	10
Fractales por autosemejanza ( <i>Pedro Miramontes Vidal</i> ) . . . . .	10
Métodos híbridos de Data Mining para la detección de outliers en Bases de Datos ( <i>Ho-         racio Daniel Kuna</i> ) . . . . .	10
Introducción a la bioinformática y sus aplicaciones ( <i>Rafael Villa Angulo</i> ) . . . . .	11
Desarrollo de software ágil con SCRUM (Dentro del Taller en Aprendizaje automático) ( <i>Juan Pablo Soto Barrera y Adrian Vázquez Osorio</i> ) . . . . .	11
Análisis topológico de series de tiempo (Dentro del Taller de Ciencia de Datos) ( <i>José         Andrés Perea Benitez</i> ) . . . . .	11
Mosaicos para funciones de variable compleja (Dentro del Taller de Estructuras Geométri- cas y Combinatorias) ( <i>Jesús Muciño Raymundo</i> ) . . . . .	11

<b>Ponencias</b>	<b>13</b>
Programa de Acompañamiento Escolar Entre Alumnos PAcEeA ( <i>Vanessa Cruz Molina, Agustín Esquivel González y Arydai Rojo Rebollar</i> ) . . . . .	13
Comprensión de los conceptos de función y de función trigonométrica seno por medio de coordinaciones y conversiones de registros de representación semiótica de Duval ( <i>Oscar Jesús San Martín Sicre</i> ) . . . . .	14
Pruebas escritas como recurso de evaluación del aprendizaje. El caso de los sistemas de ecuaciones lineales ( <i>Francisco Ramsses Ayala Romero y Silvia Elena Ibarra Olmos</i> )	14
Proyectos para la evaluación del desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de bachillerato ( <i>Yessenia Alejandra Liñan Morales y Silvia Elena Ibarra Olmos</i> ) .	14
¿Cuáles son las tendencias de los alumnos de bachillerato al resolver problemas con falta de autenticidad? ( <i>Roberto Sánchez Sánchez y José Antonio Juárez López</i> ) . .	15
Actividades didácticas para construir significados de las fracciones ( <i>Elizabeth Vásquez Tirado, Maricela Armenta Castro</i> ) . . . . .	15
Evaluación del aprendizaje cooperativo en el aula de matemáticas ( <i>Gisela Guadalupe Figueroa Díaz, Martha Estela Tovar López, Milagros Bustamante Rincón y Samuel Moreno Mazón</i> ) . . . . .	15
Estrategias de suma y resta desarrolladas en un contexto de compra-venta ( <i>Fernando Barrera-Mora, Aarón Reyes-Rodríguez y José Guadalupe Mendoza-Hernández</i> ) .	16
Pensamiento algebraico en la escuela secundaria ( <i>Paulina Durán Avalos y Ana Guadalupe Del Castillo Bojórquez</i> ) . . . . .	16
Movimiento corporizado: diseño de actividades didácticas para la función lineal en secundaria ( <i>José María Hinojosa Gastelum, Agustín Grijalva Monteverde y María Teresa Dávila Araíza</i> ) . . . . .	16
Obstáculos didácticos que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje del concepto de función ( <i>Oscar Jesús San Martín Sicre</i> ) . . . . .	17
Intentando componer la brújula: hacia una reorientación de las investigaciones educativas sobre la enseñanza y el aprendizaje del cálculo ( <i>Karla Leticia López Arreola y José Ramón Jiménez Rodríguez</i> ) . . . . .	17
Una propuesta didáctica para el estudio de la derivada ( <i>José Luis Díaz Gómez y Jaime Lizardi Molina</i> ) . . . . .	17
Noción geométrica de la integral ( <i>Erik Morales Mercado y Agustín Grijalva Monteverde</i> )	18
Secuencia de actividades didácticas para promover la construcción de la noción de ecuación diferencial ordinaria ( <i>Daniel Rubal Valencia, Guadalupe Villaseñor Gándara</i> )	18
Desarrollo de una secuencia didáctica sobre inferencia estadística, con uso de tecnología utilizando EOS ( <i>Mayra Lizette Demoss Reyes, Edna Myriam Valenzuela Lagarda, Felipe de Jesús Castro Lugo y Rafael Antonio Arana Pedraza</i> ) . . . . .	18
Actividades didácticas para promover el razonamiento inferencial informal en estudiantes de nivel medio superior ( <i>Yolanda Pérez Rodríguez, Enrique Hugues Galindo</i> )	19
Caracterización de los procesos cognitivo-matemáticos para la validación matemática en el contexto escolar con ambientes de geometría dinámica ( <i>Guadalupe Morales Ramirez y Víctor Larios Osorio</i> ) . . . . .	19
¿Cuál es el factorial de 1.5? ( <i>Jorge Ruperto Vargas Castro</i> ) . . . . .	19
Conjunto de Mandelbrot para IFS ( <i>Diana Patricia Rivera Segundo</i> ) . . . . .	20
Las diversas caras de la delta de Dirac ( <i>Francisco Miguel Velarde Lopez</i> ) . . . . .	20
Introducción al cálculo fraccionario y la interpretación geométrica para la partícula libre ( <i>Julio C. Campos García, Carlos Figueroa Navarro, Martín E. Molinar Tabares</i> )	20
Valor P mediante prueba de aleatoriedad ( <i>Claudio Alfredo López Miranda</i> ) . . . . .	20
Módulos Quasi-inyectivos y Quasi-proyectivos ( <i>Tania Gabriela Pérez Quijano</i> ) . . . .	21

Módulos paraproyectivos y parainyectivos (*Ivan Fernando Vilchis Montalvo, ◊Alejandro Alvarado García, *César Cejudo Castilla) . . . . .	21
Una propuesta de herramienta de evaluación de accesibilidad de sitios web (Angélica María Maldonado Vásquez y Gabriel Alberto García-Mireles) . . . . .	21
¿Qué relación existe entre la sustentabilidad y la calidad del software? (Gabriel Alberto García-Mireles) . . . . .	22
<b>Sesión de divulgación de las ciencias</b>	<b>23</b>
La suma geométrica y la hipoteca de mi casa (Carlos Pacheco González) . . . . .	23
Criptografía y seguridad en internet (Eduardo Velasco Barreras) . . . . .	24
La Evolución de la Ingeniería en Tecnología Electrónica (Milka del Carmen Acosta Enríquez) . . . . .	24
¿Qué tanto las matemáticas están involucradas en el diseño y programación de videojuegos? (Misael Avendaño Camacho) . . . . .	24
¿Pueden aprender matemáticas los robots? (Marysol Navarro Burruel) . . . . .	25
Ciencias de la Computación (Roberto Núñez González) . . . . .	25
<b>Primer encuentro de estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas</b>	<b>27</b>
Heurísticas de optimización análisis de datos y optimización multiobjetivo (Mario Alberto Villalobos Arias) . . . . .	27
Teorema de Killing-Hopf para Superficies Hiperbólicas (Dulce María Guerrero Tánori)	28
Introducción a la teoría ergódica (Marina Lizethe Rojas Salazar) . . . . .	28
Árboles y grupos libres (Gerardo Ismael Salazar Herrera) . . . . .	28
Variabilidad oceanográfica de la zona costera del Estado de Sonora (Itchel Nathaly Osuna Llamas, Daniel Eduardo Fernández Villalobos, Carlos Robles Tamayo) . . . . .	28
El Teorema de Borsuk-Ulam (Eyvette Mercado Favela) . . . . .	29
Dualidad en programación lineal (Oswaldo Carrillo Martínez) . . . . .	29
La Fibración de Hopf a través de una acción de $\mathbb{S}^1$ en $\mathbb{S}^3$ (Jesús Iván López Reyes) . . . . .	29
Sobre R-módulos libres y R-módulos proyectivos (Félix Alejandro Medina Lugo) . . . . .	29
Programación dinámica estocástica y problema de control óptimo (María Elena Martínez Manzanares) . . . . .	30
Procesos de decisión de Markov con horizonte infinito con criterio de optimalidad descontado (Luz Esmeralda Almada Valenzuela) . . . . .	30
El triunvirato matemático base de la mecánica celeste: Geometría, Cálculo y Ecuaciones Diferenciales (Axel Tapia Ávalos) . . . . .	30
El oscilador armónico sobre la esfera dos dimensional (Claudio César García Mendoza)	31
Semiflujos continuos (Sergio Vargas Montoya) . . . . .	31
Sucesiones espectrales y homología persistente (Pedro Fernández Calles) . . . . .	31
Nudos y sus Diferentes Polinomios (Roberto Contreras) . . . . .	32
El movimiento que nos rodea: breve introducción a los sistemas dinámicos discretos (Tairí Nevárez Muñoz) . . . . .	32
Cuerpos convexos y normas en $\mathbb{R}^2$ (Sebastián Morales Amaya) . . . . .	32
<b>Talleres</b>	<b>33</b>
Taller de Ciencia de Datos . . . . .	33
La distribución Beta Discreta Generalizada en la Ciencia de datos (Pedro Miramontes)	34
Análisis topológico de series de tiempo (José A. Perea) . . . . .	34
Análisis topológico de islas de calor urbanas (Jesús F. Espinoza <sup>1</sup> , Gudelia Figueroa P. <sup>1</sup> , Rosalía G. Hernández <sup>1</sup> , José A. Montoya <sup>1</sup> , Agustín Morúa <sup>2</sup> , Javier Navarro E. <sup>2</sup> , Hugo Valenzuela Ch. <sup>1</sup> ) . . . . .	35

Índice de riesgo de malignidad en tumoraciones anexiales ( <i>Carlos Dávila<sup>1</sup>, Jesús F. Espinoza<sup>2</sup>, Gudelia Figueroa P.<sup>2</sup>, Rosalía G. Hernández<sup>2</sup>, José A. Montoya<sup>2</sup></i> ) . . .	35
Análisis no lineal de series de tiempo usando el Teorema de inmersión de Takens ( <i>Roxana Wendoline Ruíz</i> ) . . . . .	36
Impacto de acciones realizadas frente a un brote de dengue: Dinámica de la enfermedad ( <i>Mayra Rosalía Tocto Erazo<sup>1</sup>, José A. Montoya<sup>1</sup>, Daniel Olmos Liceaga<sup>1</sup>, Saúl Díaz Infante Velasco<sup>1</sup>, Pablo Alejandro Reyes Castro<sup>2</sup> y Ana Lucia Castro Luque<sup>2</sup></i> ) . . . . .	36
Análisis estadístico de días de calor extremo en el Estado de Sonora ( <i>Jorge Alberto Espíndola Zepeda<sup>1</sup>, José A. Montoya<sup>1</sup> y Javier Navarro Estupiñán<sup>2</sup></i> ) . . . . .	37
Variabilidad oceanográfica de la zona costera del Estado de Sonora ( <i>José A. Montoya, Itchel Nathaly Osuna Llamas, Daniel Eduardo Fernández Villalobos y Carlos Manuel Robles Tamayo</i> ) . . . . .	37
Taller de Estructuras Geométricas y Combinatorias . . . . .	38
Mosaicos para funciones de variable compleja ( <i>Jesús Muciño Raymundo</i> ) . . . . .	38
¿Cómo es el retrato fase de $\frac{e^{P(z)}}{R(z)} \frac{\partial}{\partial z}$ ? ( <i>Álvaro Álvarez Parrilla</i> ) . . . . .	39
Campos polinomialies ( <i>Martín Eduardo Frías Armenta</i> ) . . . . .	39
Productos de gráficas y polinomios de completas ( <i>Nicolás Campanelli</i> ) . . . . .	39
Conjuntos semisimpliciales y el lema del nervio ( <i>Cynthia G. Esquer</i> ) . . . . .	39
Estructuras simpliciales sobre una nube de puntos ( <i>Yitzhak David Gutiérrez Moya</i> ) . . . . .	40
Funciones de peso en estructuras simpliciales ( <i>Rosalía G. Hernández</i> ) . . . . .	40
Estructura de Čech generalizada y su filtración ( <i>Beatriz Ramonetti</i> ) . . . . .	40
Isomorfismos en graficas simples y su forma canónica ( <i>Héctor Alfredo Hernández Hernández</i> ) . . . . .	40
Homología persistente, sucesiones espectrales y filtraciones ( <i>Rafael Roberto Ramos Figueroa</i> ) . . . . .	41
Sobre distintos conceptos de monodromia ( <i>Genaro Hernández Mada</i> ) . . . . .	41
Emparejamientos de Morse mediante intervalos ( <i>Jesús Francisco Espinoza Fierro</i> ) . . . . .	41
Taller en Aprendizaje Automático . . . . .	42
Conferencia inaugural: “Bioinformática en beneficio de la salud y producción agroalimentaria” ( <i>Rafael Villa Angulo</i> ) . . . . .	42
Adaptación difusa de parámetros en el algoritmo del ciclo del agua ( <i>Eduardo Méndez</i> ) . . . . .	43
Redes neuronales diseñadas genéticamente para minería de opiniones ( <i>Ramón Soto</i> ) . . . . .	43
Reconocimiento de Pokemones en imágenes usando redes neuronales convolucionales ( <i>Erick Gutiérrez</i> ) . . . . .	43
Generación automática de textos en español utilizando redes neuronales recursivas ( <i>Alexis Martínez</i> ) . . . . .	43
Desarrollo de un juego de ajedrez computacional ( <i>Francisco Enrique Córdova</i> ) . . . . .	43
¿Machine Learning o Machine Teaching? ¿Desarrollo de métodos de aprendizaje automático o desarrollo de productos con aprendizaje automático? ( <i>Julio Weissman</i> ) . . . . .	43
El mercado laboral para aprendizaje automático en Sonora: experiencias personales. ( <i>Eduardo Acuña</i> ) . . . . .	43
Sesión de discusión: “Formación en aprendizaje automático y el mercado laboral local” ( ) . . . . .	43
Curso “Métodos híbridos de Data Mining para la detección de outliers en Bases de Datos” ( <i>Horacio Daniel Kuna</i> ) . . . . .	44
Curso “Introducción a la bioinformática y sus aplicaciones” ( <i>Rafael Villa Angulo</i> ) . . . . .	44
Curso “Desarrollo de software ágil con SCRUM” ( <i>Juan Pablo Soto Barrera, Adrián Vázquez Osorio</i> ) . . . . .	44
9º Taller de Sistemas Dinámicos y Control . . . . .	45
Sobre la bifurcación Bogdanov-Takens degenerada ( <i>Fernando Verduzco González</i> ) . . . . .	46



Problemas abiertos acerca de conjuntos de polinomios Hurwitz ( <i>Baltazar Aguirre Hernández</i> )	46
Bifurcaciones generadas por puntos de tangencia en sistemas cuadráticos con frontera ( <i>Jocelyn Anaid Castro Echeverría</i> ) . . . . .	46
Bifurcaciones en sistemas diferenciales suaves por pedazos sin deslizamiento ( <i>Bruno Campoy Garza</i> ) . . . . .	47
Ciclos límite de cruce en sistemas lineales tridimensionales por pedazos. Un caso de estudio ( <i>José Manuel Islas Hernández</i> ) . . . . .	47
Estabilidad de Sistemas Discretos Fraccionales en el Plano ( <i>Jorge Antonio López Rentería</i> )	47
Cálculo Fraccional Discreto ( <i>Alberto Domínguez Corella</i> ) . . . . .	47
Ondas en espiral, simetrías y center-bundles ( <i>Joaquín Delgado Fernández</i> ) . . . . .	48
Ecuación de Zakharov-Kusnestov (ZK) ( <i>Alejandro Orozco Casillas</i> ) . . . . .	48
Esquema numérico para la ecuación Camassa-Holm ( <i>Jesús Noyola Rodríguez</i> ) . . . . .	48
Ondas de Invasión: Entendiendo Colonización y Guerras de Hormigas ( <i>Daniel Olmos Liceaga</i> ) . . . . .	49
En busca de factores que propician la propagación del Zika ( <i>David Baca Carrasco</i> ) . .	49
Un modelo estocástico para la reconstrucción de masa ósea ( <i>Saúl Díaz Infante Velasco</i> )	49
Análisis matemático de la diabetes tipo 2 ( <i>Griselda Quiroz Compeán</i> ) . . . . .	50
Problemas de estabilidad en sistemas positivos ( <i>Horacio Leyva Castellanos</i> ) . . . . .	50
Generalidad del control acotado de amortiguamiento para la estabilización de sistemas ( <i>Julio Solís Daun</i> ) . . . . .	50
Generación de oscilaciones en sistemas continuos de baja dimensión ( <i>Joaquín Álvarez Gallegos</i> ) . . . . .	51



# Programa general de actividades

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7	Jueves 8	Viernes 9
<b>08:00 – 09:00</b>	Sesión de Divulgación 9:00 – 13:30		Cursos		
<b>09:00 – 10:00</b>					
<b>10:00 – 11:00</b>	Exposición de Carteles 9:00 – 12:00		Ponencias y Primer encuentro de estudiantes		
<b>11:00 – 12:00</b>					
<b>12:00 – 12:30</b>	Inauguración				
<b>12:30 – 13:30</b>	Plenaria		Conferencias por invitación		
<b>13:30 – 16:00</b>	<b>Receso</b>				
<b>16:00 – 17:00</b>	Cursos	Sesión de Divulgación	Cursos		Plenaria
<b>17:00 – 18:00</b>					
<b>18:00 – 19:00</b>	Brindis		Plenarias		Mesa redonda 18:00 – 19:30
<b>19:00 – 20:00</b>			Actividades Culturales		Cena 19:30

**Inscripciones: Lunes y Martes 08:00 – 12:00**

## Actividades

Inscripciones

Inauguración

Brindis de bienvenida

Conferencias plenarias

Conferencias por invitación

Mesa Redonda

Cursos

Ponencias

Sesión de divulgación

Exposición de carteles

Primer encuentro de estudiantes  
de la Licenciatura en Matemáticas

Talleres

Actividades Culturales

Cena

## Lugar

Laboratorio de Servicios 3K1-210, Lunes y Martes de 08:00 a 12:00

Auditorio “Mat. Enrique Valle Flores” edificio 3K1

Explanada del Departamento de Matemáticas

Auditorio “Mat. Enrique Valle Flores” edificio 3K1, y el viernes en el  
Auditorio “Ing. Manuel Rivera Zamudio” edificio 5B

Auditorio “Mat. Enrique Valle Flores” edificio 3K1

Auditorio “Ing. Manuel Rivera Zamudio” edificio 5B

Aulas 3K1-304, 3K1-305, Laboratorio de servicios 3K1-210,

Laboratorio de matemáticas 3K2-101, Laboratorios 3K4-L202, 3K4-L203,  
Auditorio del posgrado 3K3-303, Sala de videoconferencias edificio 3K3

Aulas 3K1-303, 3K1-304, 3K3-102

Exposiciones en la explanada del Departamento de Matemáticas,  
y conferencias en el Auditorio “Ing. Manuel Rivera Zamudio” edificio 5B

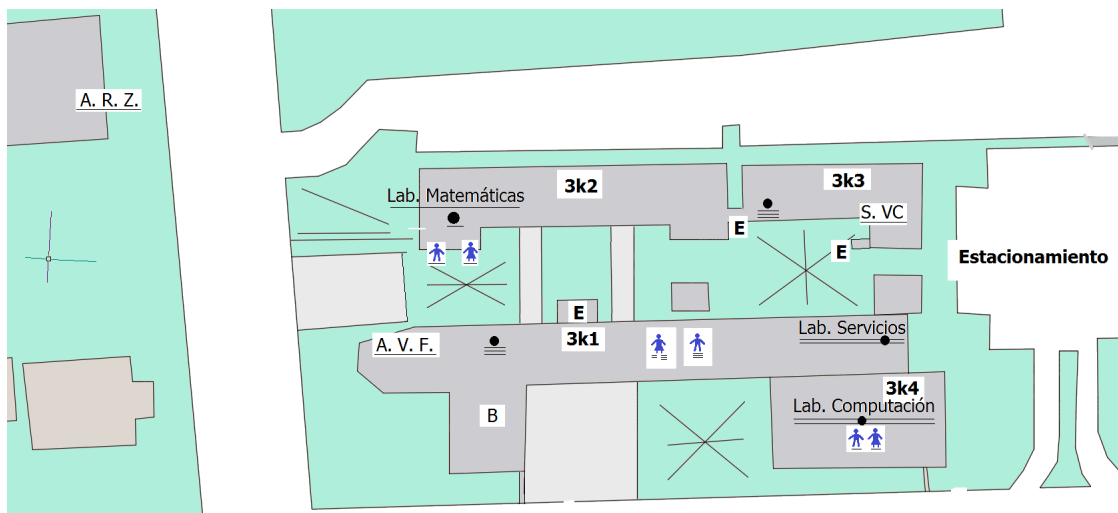
Explanada del Departamento de Matemáticas

Auditorio “Mat. Enrique Valle Flores” edificio 3K1

Sala de videoconferencias edificio 3K3, Sala de usos múltiples de la biblio-  
teca de la DCEN edificio 3K1, Auditorio del posgrado 3K3-303, Laborato-  
rio 3K4 -L203

Explanada del Departamento de Matemáticas

Explanada del Departamento de Matemáticas



**A. R. Z.** Auditorio Rivera Zamudio

**A. V. F.** Auditorio Valle Flores

**S. VC** Sala de Videoconferencias

**B** Biblioteca

**E** Escaleras

Planta baja

Segundo piso

Tercer piso

# Conferencias plenarias

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7	Jueves 8	Viernes 9
08:00 – 10:00					
10:00 – 12:00					
12:00 – 12:30	Inauguración				
12:30 – 13:30	CP1				
13:30 – 16:00	Receso				
16:00 – 17:00					
17:00 – 18:00					CP5
18:00 – 19:00		CP2	CP3	CP4	Mesa redonda
19:00 – 19:30					18:00-19:30

Las conferencias plenarias se realizarán en el Auditorio “Mat. Enrique Valle Flores” Edificio 3K1 primer piso, excepto la conferencia CP5 que se realizará en el Auditorio “Ing. Manuel Rivera Zamudio” Edificio 5B.

## ¡No controles mis ...!

CP1

María de la Luz Jimena de Teresa de Oteyza  
 Instituto de Matemáticas, de la UNAM  
 Presidenta de la Sociedad Matemática Mexicana

En esta conferencia presentaré una visión general del tipo de problemas que abordamos en la teoría matemática del control. Veremos algunos modelos matemáticos y conceptos relacionados con la teoría del control y algunos ejemplos usados en otras ciencias.

## Introducción de conceptos a partir del uso de problemas abiertos y de modelación

CP2

María Trigueros Gaisman  
 Instituto Tecnológico Autónomo de México

En esta presentación se introducirán algunas ideas acerca del uso de problemas abiertos y modelación en la enseñanza de las matemáticas. Se analizará el uso de la teoría APOE y de la teoría de modelación en el diseño de actividades idóneas para utilizarse en el salón de clase y que tengan potencial para favorecer el aprendizaje de los conceptos o temas de interés. Se mostrarán algunos ejemplos y resultados de la investigación que se llevó a cabo durante su utilización.

CP3

### **La tarea de Jacobo Bernoulli**

Ana Meda Guardiola

Universidad Nacional Autónoma de México

En esta charla me gustaría empezar con el inicio histórico de la Probabilidad, la ley de los grandes números, contar qué hemos hecho para resolver la tarea que nos quedó pendiente y en qué vamos. Por supuesto que me orientaré a los teoremas límite de la Probabilidad que me parecen más interesantes y reveladores para terminar discutiendo grandes desviaciones.

---

CP4

### **Procedimientos de explotación de información para la identificación de datos faltantes con ruido e inconsistentes**

Horacio Daniel Kuna

Universidad Nacional De Misiones

El objetivo de la conferencia es presentar el concepto de Gobernanza de la Tecnología de la información donde se enmarca la búsqueda de valores anómalos en Bases de Datos, presentar las distintas aplicaciones de la Minería de Datos en la búsqueda de valores faltantes, con ruido e inconsistentes. Se desarrollará el concepto de outliers e inliers así como una metodología para abordar este tipo de búsquedas. Se presentarán distintos enfoques y algoritmos de Minería de datos que se utilizan en la búsqueda de anomalías y se propondrá una clasificación de algoritmos que permiten detectar valores extremos en Bases de Datos así como un tipo de procedimiento que optimiza esta tarea.

---

CP5

### **Alpha Zero: Cómo y por qué funciona**

Julio Waissman Vilanova

Universidad de Sonora

En mayo del 2017 el algoritmo AlphaGo fue el primer programa computacional en vencer al campeón mundial de Go. Para este algoritmo, además de técnicas sofisticadas, se utilizó conocimiento experto sobre la estrategia para jugar al Go. En octubre de 2017, Deep Mind presenta Alpha Zero, el cual vence al algoritmo original de AlphaGo. Este nuevo algoritmo utiliza como información únicamente las reglas del juego y se entrena solamente jugando contra él mismo. En esta plática se dará una presentación general de Alpha Zero así como los métodos y la tecnología involucrada en su desarrollo.

---

# Conferencias por invitación

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7	Jueves 8	Viernes 9
08:00 – 10:00					
10:00 – 12:00					
12:00 – 12:30	Inauguración				
12:30 – 13:30		CI1	CI2	CI3	CI4
13:30 – 16:00	Receso				
16:00 – 17:00					
17:00 – 18:00					
18:00 – 19:00					Mesa redonda 18:00–19:30
19:00 – 19:30					

Todas las conferencias por invitación se realizarán en el Auditorio “Mat. Enrique Valle Flores”, Edificio 3K1, primer piso.

## **Función exponencial, cálculo de $2^{64}$ con una calculadora, y las concesiones de obra pública en Costa Rica**

CI1

Mario Alberto Villalobos Arias

Universidad de Costa Rica

La función exponencial es usada en muchos ámbitos de nuestra vida, todos sabemos que tiene un crecimiento muy rápido, de hecho, cuando algo crece muy rápido usualmente decimos que tiene un crecimiento exponencial, pero sin embargo desconocemos cuan veloz es ese crecimiento.

En algunos problemas y cuentos sobre la matemática, por ejemplo, el de las torres de Hanói, la historia del ajedrez o doblando papel, se menciona que  $2^{64} = 18446744073709551616$ . En esta ponencia presentamos algunas propiedades de la función  $2^x$  y como resolver el problema de calcular  $2^{64}$  exactamente, con una calculadora simple y los conocimientos de un estudiante de noveno año de secundaria. Luego como se usa la función exponencial en las finanzas y como eso puede influir en los costos de las cosas, como por ejemplo la construcción de carreteras y muelles en Costa Rica.

C12

## **Algunas aplicaciones de la topología al análisis de datos**

José Andrés Perea Benitez  
Michigan State University

En esta charla describiré cómo algunas ideas de la topología algebraica pueden usarse para esclarecer y generar intuición en el análisis de conjuntos de datos complejos de alta dimensión. En particular, mencionaré varias aplicaciones que van desde la visión por computador y la biología hasta el problema de la extracción de características en datos de alta dimensión. El objetivo de la charla es resaltar algunas de las matemáticas involucradas, así como los resultados en las aplicaciones relevantes.

---

C13

## **Raíces de polinomios y grupos de Lie**

Jesús Muciño Raymundo  
Centro De Ciencias Matemáticas, UNAM

El concepto de grupo de Lie (de simetrías) es común a todos nosotros; es agradable hallar las simetrías en una colección de objetos. Los grupos de Lie nos permiten construir familias de polinomios con ciertas simetrías. Estudiaremos la geometría asociada a esas familias de polinomios y sus raíces.

---

C14

## **Avances recientes en la geometría fractal del DNA**

Pedro Eduardo Miramontes Vidal  
Universidad Nacional Autónoma de México

Desde la publicación del trabajo pionero de H.J. Jeffrey [1]. Se han dado una serie de investigaciones para extraer información biológica de partir de la estructura fractal de la molécula del DNA. Nuestro grupo de trabajo ha propuesto una forma novedosa de derivar esta estructura fractal y contamos a la fecha con un método para generar genomas artificiales con las mismas propiedades fractales que las que se encuentran en la Naturaleza.

1. Chaos game representation of gene structure. (1990). Jeffrey HJ. Nucleic Acids Res. 1990 Apr 25;18(8):2163-70.

---



# Mesa Redonda

El Comité Organizador de la XXVIII Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas invita a la comunidad universitaria a celebrar el 54° aniversario de la fundación de la Escuela de Altos Estudios con la celebración de nuestra tradicional mesa redonda.

Contaremos con miembros de los Departamentos de Física, de Letras y Lingüística, y de Matemáticas, quienes en una agradable charla compartirán su opinión desde su perspectiva profesional, sobre “El lenguaje”.

En esta ocasión la mesa redonda se llevará a cabo en el auditorio “Ing. Manuel Rivera Zamudio”, en el edificio 5B, el 9 de marzo a las 18:00 horas.

Participantes:

- Rodrigo Arturo Rosas Burgos (Departamento de Física)
- Zarina Estrada Fernández (Departamento de Letras y Lingüística)
- Olivia Carolina Gutú Ocampo (Departamento de Matemáticas - Licenciatura en Ciencias de la Computación)
- Ruperto Vargas Castro (Departamento de Matemáticas)

Moderador: Rubén Flores Espinoza.



# Cursos

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7	Jueves 8	Viernes 9
8:00 - 9:00		C1, C5, C8	C1, C4 C5, C8	C1, C4 C8	C4 C8
9:00 - 10:00				C11	C11
10:00 - 11:00	C9, C10	C9, C10	C7		
11:00 - 12:00				C7	C7
12:00 - 12:30	Inauguración				
12:30 - 13:30	Plenaria	Conferencias por invitación			
13:30 - 15:00	RECESO				
15:00 - 16:00					C2, C3
16:00 - 17:00	C2, C3, C9	C2, C3, C6	C2, C3, C6	C2, C3, C6	Plenaria
17:00 - 18:00					
18:00 - 19:00	Brindis	Plenarias			Mesa Redonda
19:00 - 19:30					

## Grandes Desviaciones

Ana Meda Guardiola  
Universidad Nacional Autónoma de México

C1  
Aula  
3K1-303

El objetivo de este curso es dar una visión de la teoría de grandes desviaciones y algunas aplicaciones. Se demostrarán algunos teoremas básicos de la teoría, se enmarcará en la teoría de la Probabilidad y analizaremos algunas aplicaciones a Teoría del Riesgo.

## Procesamiento de Datos por Medio del SPSS

Alejandrina Bautista Jacobo y Gloria Peralta Torúa  
Universidad de Sonora

C2  
Lab. de  
servicios  
3K1-210

En este curso mostraremos las herramientas básicas del software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para el análisis exploratorio de datos por medio de tablas y gráficas.

C3  
Lab. de  
mate-  
máticas  
3K2-101

## **Geometría del Diseño Asistido por Computadora**

José Antonio Vallejo  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Los objetivos del curso son comprender los fundamentos geométricos utilizados en el diseño asistido por computadora, implementar las técnicas básicas en un sistema de álgebra computacional (en el curso se usará Maxima, pero sirve cualquier otro como Maple o Mathematica) y apreciar la interacción de distintas ramas de las matemáticas en la resolución de problemas prácticos de carácter industrial.

---

C4  
Aula  
3K1-304

## **Estabilización de Sistemas de Control**

Julio Solís Daun  
Universidad Autónoma Metropolitana

El objetivo del curso es que los participantes adquieran algunas herramientas sobre la estabilización de sistemas lineales y no lineales de control con entradas de control con o sin cotas. Se describirán los resultados básicos de la teoría de estabilización de sistema y sus aplicaciones.

---

C5  
Lab. de  
mate-  
máticas  
3K2-101

## **El potencial de geogebra para enseñar geometría**

José Luis Soto, César Fabián Romero Félix y María Teresa Dávila Araiza  
Universidad de Sonora

En este curso se mostrarán los diferentes aspectos del potencial didáctico de GeoGebra para enseñar Geometría en la escuela secundaria.

---

C6  
Lab.  
3K4-L202

## **Fractales por autosemejanza**

Pedro Miramontes Vidal  
Universidad Nacional Autónoma de México

El objetivo de este curso es que los participantes se familiaricen con el concepto de geometría fractal y la propiedad de autosemejanza. Se abordará el tema de fractales de autosemejanza geométrica y medidas de la dimensión fractal, además de los sistemas de funciones iteradas (IFS) y los fractales como puntos fijos de los IFS. Desarrollaremos una generación computacional de visualizaciones de los fractales y de los sistemas de funciones iteradas.

---

C7  
Lab.  
3K4-L202

## **Métodos híbridos de Data Mining para la detección de outliers en Bases de Datos**

Horacio Daniel Kuna  
Universidad Nacional de Misiones

En este curso se pretende que los participantes conozcan las bases, así como la aplicación de diferentes métodos híbridos basados en técnicas de minería de datos para la detección de datos corruptos en una base de datos.

---

## **Introducción a la bioinformática y sus aplicaciones**

Rafael Villa Angulo  
Universidad Autónoma de Baja California

C8  
Lab.  
3K4-L202

El curso se espera que el participante se familiarice con el concepto de Bioinformática explorando algoritmos y herramientas computacionales prácticas, implementadas para la solución de problemas reales.

---

## **Desarrollo de software ágil con SCRUM (Dentro del Taller en Aprendizaje automático)**

Juan Pablo Soto Barrera y Adrian Vázquez Osorio  
Universidad de Sonora

C9  
Lab.  
3K4-L203

El objetivo del curso es mostrar el marco de trabajo de SCRUM, el cual se basa en los principios ágiles. Para esto, se cubrirán los conceptos básicos de Scrum y se proporcionara el material necesario para la implementación de la metodología.

---

## **Análisis topológico de series de tiempo (Dentro del Taller de Ciencia de Datos)**

José Andrés Perea Benitez  
Michigan State University

C10  
Sala de  
videocon-  
ferencias  
Edificio 3K3

Las observaciones que varían con el tiempo son omnipresentes en el mundo rico en datos en el vivimos. Ejemplos incluyen: series temporales de valores reales (como mediciones de sonido y temperatura), videos (considerados como sucesiones de imágenes) y redes dinámicas (nuevamente, sucesiones de grafos).

En los últimos años, las herramientas del análisis topológico de datos, los sistemas dinámicos y el análisis no lineal de series temporales han sido combinadas y adaptadas al análisis de datos de series temporales multimodales. En resumen, las series de tiempo pueden transformarse en nubes de puntos de alta dimensión (mediante encajes de dilación) y su forma puede ser cuantificada mediante análisis topológico de datos (por ejemplo, con homología persistente). Esto permite cuantificar características tales como periodicidad, cuasiperiodicidad, existencia de motivos, presencia de caos dinámico, etc. Este curso cubrirá los principales aspectos teóricos detrás del análisis topológico de series de tiempo, los problemas computacionales asociados, y se explorarán aplicaciones que van desde la genética hasta las ciencias del habla.

---

## **Mosaicos para funciones de variable compleja (Dentro del Taller de Estructuras Geométricas y Combinatorias)**

Jesús Muciño Raymundo  
Centro de Ciencias Matemáticas, UNAM

C11  
Aula  
3K3-303

En este curso, reforzaremos los conocimientos de geometría y variable compleja. Revisaremos la teoría de funciones de dos variables reales y funciones complejas, utilizaremos el concepto de punto crítico y algoritmos discretos para la visualización de funciones: gráficas y mosaicos.

---



# Ponencias

Las siguientes ponencias se realizarán en el aula 3K1-303, excepto las ponencias del viernes que se realizarán en el aula 3K3-102:

	<b>Lunes 5</b>	<b>Martes 6</b>	<b>Miércoles 7</b>	<b>Jueves 8</b>	<b>Viernes 9</b>
<b>10:00 – 10:30</b>		P1	P6	P11	P16
<b>10:30 – 11:00</b>		P2	P7	P12	P17
<b>11:00 – 11:30</b>		P3	P8	P13	P18
<b>11:30 – 12:00</b>		P4	P9	P14	P19
<b>12:00 – 12:30</b>		P5	P10	P15	
<b>12:30 – 13:30</b>	Plenaria	Conferencias por invitación			

Las siguientes ponencias se realizarán en el aula 3K1-304:

	<b>Lunes 5</b>	<b>Martes 6</b>	<b>Miércoles 7</b>	<b>Jueves 8</b>	<b>Viernes 9</b>
<b>10:00 – 10:30</b>					
<b>10:30 – 11:00</b>		P20	P24		
<b>11:00 – 11:30</b>		P21	P25		
<b>11:30 – 12:00</b>		P22	P26		
<b>12:00 – 12:30</b>		P23	P27		
<b>12:30 – 13:30</b>	Plenaria	Conferencias por invitación			

## **Programa de Acompañamiento Escolar Entre Alumnos PAcEeA**

Vanessa Cruz Molina, Agustín Esquivel González y Arydai Rojo Rebollar

Toluca, Estado de México

e-mail: [vanessa.cruz.molina@hotmail.com](mailto:vanessa.cruz.molina@hotmail.com)

P1  
Medio  
Superior

El Programa De Acompañamiento Escolar Entre Alumnos (PAcEeA) permite a los estudiantes con dificultades en el área de matemáticas de los primeros cuatro semestres de bachillerato desarrollar de una manera efectiva las competencias necesarias mediante asesorías dentro del aula dadas por otros estudiantes que realizan su servicio social en esta área, con lo cual no tienen que esperar desde horas hasta meses para resolver dudas de una manera efectiva sobre todo en grupos numerosos.

---

## **Comprensión de los conceptos de función y de función trigonométrica seno por medio de coordinaciones y conversiones de registros de representación semiótica de Duval**

P2  
Medio  
Superior

Oscar Jesús San Martín Sicre  
Unidad 261 de la Universidad Pedagógica Nacional  
e-mail: osicre@hotmail.com

Se presenta un estudio de caso cuyo propósito consistió en someter a prueba, en un grupo de estudiantes de bachillerato tecnológico, una hipótesis de R. Duval sobre la comprensión conceptual de objetos matemáticos. El estudio aborda la comprensión de los conceptos de función y de función trigonométrica seno por medio de la utilización de coordinaciones y conversiones de distintos registros de representación que fue dirigida por un instructor. La hipótesis de Duval consiste en afirmar que los sujetos pueden lograr la comprensión conceptual del concepto de función por medio de la utilización de coordinaciones y conversiones de registros de representación semiótica. La coordinación y conversión de registros se inicia, coordinando el registro del lenguaje verbal con una visualización geométrica, esto da lugar a un primer registro de naturaleza geométrica que luego es convertido en un registro numérico, y finalmente en un registro algebraico funcional. El proceso se continuó para el registro funcional de la función trigonométrica seno.

---

## **Pruebas escritas como recurso de evaluación del aprendizaje. El caso de los sistemas de ecuaciones lineales**

P3  
Medio  
Superior

Francisco Ramsses Ayala Romero y Silvia Elena Ibarra Olmos  
Departamento de Matemáticas  
Universidad de Sonora  
e-mails: arframsses@gmail.com  
sibarra@mat.uson.mx

En este documento se presentan los avances del proyecto de investigación que tiene como propósito obtener información sobre cómo diseñan y valoran las pruebas escritas profesores de matemáticas del bachillerato. Este trabajo se ha centrado en el tema de los sistemas de ecuaciones lineales. Los resultados de esta investigación pretenden aportar conocimientos para el diseño de propuestas de desarrollo profesional docente, así como impulsar nuevas investigaciones sobre el tema.

---

## **Proyectos para la evaluación del desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de bachillerato**

P4  
Medio  
Superior

Yessenia Alejandra Liñan Morales y Silvia Elena Ibarra Olmos  
Departamento de Matemáticas  
Universidad de Sonora  
e-mails: yalim91@hotmaill.com  
sibarra@mat.uson.mx

La evaluación del aprendizaje de las matemáticas es un aspecto que se ha descuidado en el sistema escolar mexicano, por lo cual se diseñó una propuesta para apoyar a los profesores de bachillerato a llevar en esa tarea. Esta propuesta toma como base lo establecido en el Nuevo Modelo Educativo, así mismo como algunas nociones teóricas del Enfoque Ontosemiótico de la Cognición y la Instrucción Matemática (EOS).

---



## **¿Cuáles son las tendencias de los alumnos de bachillerato al resolver problemas con falta de autenticidad?**

P5  
Medio  
Superior

Roberto Sánchez Sánchez y José Antonio Juárez López

Facultad de ciencias Físico-Matemáticas  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
e-mails: rtgr1904@gmail.com,  
jajul@cfm.buap.mx

La presente investigación muestra una visión general de las tendencias de algunos estudiantes del Colegio de Estudios Científico y Tecnológico del Estado de Tlaxcala (CECyTE) al resolver problemas con falta de autenticidad donde se hace presente la ilusión de la linealidad. Es importante señalar que dicha investigación es parte de un estudio mayor que además de este tipo de problemas, aborda otros más (constante, área y volumen). En la literatura se ha mostrado que al resolver problemas matemáticos existe una fuerte tendencia de aplicar métodos proporcionales, incluso en problemas en los que es cuestionable o inadecuado su uso.

---

## **Actividades didácticas para construir significados de las fracciones**

P6  
Básico

Elizabeth Vásquez Tirado, Maricela Armenta Castro

Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora  
e-mails: ely.vasquez.tirado@gmail.com  
maricela@mat.uson.mx

Se presentan avances de un proyecto de tesis de Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, consistente en el diseño de actividades didácticas para promover la construcción de significados de las fracciones en niños de sexto grado de primaria. El marco referencial que orienta esta propuesta es el planteamiento de S. Lamon sobre los significados de las fracciones y el enfoque teórico de los Espacios de Trabajo Matemático, desarrollado por A. Kuzniak.

---

## **Evaluación del aprendizaje cooperativo en el aula de matemáticas**

P7  
Medio  
Superior

Gisela Guadalupe Figueroa Díaz, Martha Estela Tovar López, Milagros Bustamante Rincón y Samuel Moreno Mazón

Licenciatura en Educación Secundaria con especialidad en Matemáticas Escuela Normal Superior de Hermosillo  
e-mails: mario.quinonez@unison.mx

Durante la práctica docente en nivel básico (secundaria), se resaltó la poca eficiencia de los equipos de trabajo organizados durante las sesiones, misma que se veía reflejada en los productos del equipo y en las actitudes de sus miembros, motivo por el cual se comparte una propuesta de rúbrica para evaluar la implementación de equipos de trabajo como estrategia didáctica.

---

P8  
Medio  
Superior

### **Estrategias de suma y resta desarrolladas en un contexto de compra-venta**

Fernando Barrera-Mora, Aarón Reyes-Rodríguez y José Guadalupe Mendoza-Hernández

Área Académica de Matemáticas y Física  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
e-mails: fbarrera10147@gmail.com,  
aaronr@uaeh.edu.mx,  
pillo1976@hotmail.com

Las estrategias de cálculo mental juegan un rol importante en el desarrollo del sentido numérico. Partiendo de esto, se buscó documentar la forma en que estudiantes, de una telesecundaria, en una comunidad rural del estado de Hidalgo, desarrollaron estrategias de cálculo mental al realizar tareas que involucran actividades de compra y venta. Se identificaron ocho estrategias, en algunas de las cuales emplearon dinero de fantasía como sistema de representación que apoyó la descomposición de las cantidades. También aparecieron estrategias en las que los estudiantes utilizaron sus conocimientos sobre cálculo mental para modificar los algoritmos para realizar las operaciones con papel y lápiz. Esto es un indicador de creatividad y entendimiento del sentido numérico y las operaciones.

---

P9  
Básico

### **Pensamiento algebraico en la escuela secundaria**

Paulina Durán Avalos y Ana Guadalupe Del Castillo Bojórquez

Departamento de Matemáticas  
Universidad de Sonora  
e-mail: paulina.duran@gmail.com

En este documento se presentan los avances del proyecto de tesis de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, cuyo objetivo general consiste en el diseño de un curso en línea dirigido a profesores de matemáticas de secundaria, con el fin de promover la reflexión didáctico-matemática en torno al desarrollo del pensamiento algebraico, mediante la resolución de problemas que involucran el estudio de expresiones y ecuaciones lineales. El diseño se fundamenta en el marco teórico EOS, el modelo CDM y los niveles de algebrización propuestos por Aké.

---

P10  
Básico

### **Movimiento corporizado: diseño de actividades didácticas para la función lineal en secundaria**

José María Hinojosa Gastelum, Agustín Grijalva Monteverde y María Teresa Dávila Araiza

Programa Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa  
Universidad de Sonora  
e-mails: jm1-hinojosa@hotmail.com,  
guty@mat.uson.mx,  
tere.davila.araiza@gmail.com

En este trabajo se presentan algunos avances sobre el diseño de actividades didácticas para la función lineal en secundaria apoyándonos en planteamientos de la Cognición Corporizada y el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticas (EOS) con el fin de que los estudiantes se involucren, experimenten y obtengan información que posteriormente analizarán para que puedan dar solución a problemas o situaciones extra-matemáticas y matemáticas

---

## **Obstáculos didácticos que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje del concepto de función**

Oscar Jesús San Martín Sicre

Unidad 261 de la Universidad Pedagógica Nacional  
e-mail: osicre@hotmail.com

P11  
Medio  
Superior

Se presentan los hallazgos encontrados en el análisis de los resultados de la aplicación de un instrumento de indagación de carácter amplio y abierto propio del paradigma evaluativo naturalista. El instrumento se aplicó a un grupo de estudiantes de bachillerato tecnológico y consistió en un cuestionario diseñado según las ideas de Duval sobre las unidades significantes existentes en la definición del concepto de función (las categorías definitorias esenciales), se aceptaron como tales: el dominio, la correspondencia y el rango de una función. Estas unidades significantes se indagaron en contextos no familiares al estudiante tales como visualizaciones provenientes de la geometría sintética y utilización del lenguaje cotidiano. Los dominios, correspondencias y rangos se plantearon y se cuestionaron en términos de estos referentes. El análisis permitió detectar la existencia de algunos obstáculos didácticos que usualmente según nuestra opinión no son considerados por los profesores

---

## **Intentando componer la brújula: hacia una reorientación de las investigaciones educativas sobre la enseñanza y el aprendizaje del cálculo**

Karla Leticia López Arreola y José Ramón Jiménez Rodríguez

Programa de Maestría en Matemática Educativa  
Universidad de Sonora  
e-mail: kaleloar@hotmail.com

P12  
Superior

Es evidente que, en el Cálculo, tanto Diferencial como Integral, existen grandes problemas de aprendizaje y enseñanza, pues basta con observar el índice de reprobación y deserción actuales que se dan en el nivel medio superior y superior. Podemos darnos cuenta, gracias a los balances educativos realizados en diferentes épocas, que a pesar de las muchas investigaciones en Matemática educativa realizadas en el área, las dificultades presentadas por los estudiantes para la comprensión de esta materia permanecen, entonces ¿Será qué el camino actual en las investigaciones en Matemática educativa es el correcto para el nivel medio superior?

---

## **Una propuesta didáctica para el estudio de la derivada**

José Luis Díaz Gómez y Jaime Lizardi Molina

Departamento de Matemáticas  
Universidad de Sonora  
e-mails: jlizardi747@gmail.com,  
jdiaz@gauss.mat.uson.mx

P13  
Superior

En este documento se presentan algunos avances de nuestra propuesta didáctica para el estudio de la derivada, la intención de la propuesta es promover la comprensión conceptual del concepto derivada en los estudiantes. Para la fundamentación teórica de dicha propuesta se toma en cuenta el análisis didáctico de Pedro Gómez. Aquí se verá brevemente en que consiste el análisis didáctico y como forma un papel fundamental para el diseño de la propuesta didáctica.

---

P14  
Medio  
Superior

## **Noción geométrica de la integral**

Erik Morales Mercado y Agustín Grijalva Monteverde  
Departamento de Matemáticas  
Universidad de Sonora  
e-mail: erikmrales@hotmail.com

La propuesta consiste en diseñar una secuencia didáctica sobre la integral, con apoyo de un software de geometría dinámica para estudiantes de nivel medio superior que pueden ser utilizadas en el libro de texto de Cálculo Integral para escuelas incorporadas a la Universidad de Sonora que cumplan con los requerimientos del nuevo modelo educativo. El uso de tecnologías de información en el desarrollo de este trabajo se maneja como primordial para mostrar diferentes representaciones al abordar el concepto de la integral, en este caso utilizaremos Software GeoGebra con el cual se elaborarán Applets para que el alumno y el docente puedan realizar variaciones y observar la aproximación al área bajo la curva.

---

P15  
Superior

## **Secuencia de actividades didácticas para promover la construcción de la noción de ecuación diferencial ordinaria**

Daniel Rubal Valencia, Guadalupe Villaseñor Gándara  
Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora  
e-mails: daniel.ruvalencia@gmail.com  
gviga@mat.uson.mx

En este trabajo se presentan avances de la propuesta de diseño de una Secuencia de Actividades Didácticas, cuyo propósito es promover la construcción de la noción de ecuación diferencial ordinaria en estudiantes de nivel superior. Para fundamentar nuestro trabajo se considera la Educación Matemática Realista (EMR) y la Teoría de las Representaciones Semióticas (TRS), y para su justificación, se toman en cuenta algunas investigaciones en las cuales se aborda sobre la problemática que existe respecto a la enseñanza de las matemáticas en el área de Ecuaciones Diferenciales, la cual está basada en un aprendizaje memorístico de definiciones y procedimientos matemáticos.

---

P16  
Superior

## **Desarrollo de una secuencia didáctica sobre inferencia estadística, con uso de tecnología utilizando EOS**

Mayra Lizette Demoss Reyes, Edna Myriam Valenzuela Lagarda, Felipe de Jesús Castro Lugo y Rafael Antonio Arana Pedraza  
Departamento de Matemáticas Instituto Tecnológico de Sonora  
e-mails: mdemossr@gmail.com  
ednamvalenzu@gmail.com  
felipe.castro@itson.edu.mx  
rafael.arana@itson.edu.mx

En este documento se presenta el desarrollo de una secuencia didáctica con uso de tecnología, sobre el tema de inferencia estadística, Prueba de Hipótesis para una media de muestra grande. El diseño y análisis de la secuencia se realizó con apoyo del Enfoque ontosemiótico (EOS), a través de la faceta epistémica y los niveles de análisis de sistema de prácticas y configuraciones. Con la intención de abordar el tema bajo estudio desde un enfoque de enseñanza informal, se utilizó el software libre GeoGebra, con el cual se diseñaron dos applets orientados a la resolución de actividades propuestas en la secuencia. Los posibles conflictos semióticos detectados al analizar la

secuencia fueron, (a) los derivados por la manipulación de un nuevo software, y (b) los derivados por la interpretación de los conceptos presentados en el material de apoyo. Como respuesta ha estos conflictos se propone realizar una revisión de la redacción de las tareas solicitadas y diseñar material de autoestudio para reforzar el contenido de la secuencia.

---

### **Actividades didácticas para promover el razonamiento inferencial informal en estudiantes de nivel medio superior**

Yolanda Pérez Rodríguez, Enrique Hugues Galindo

Maestría en Ciencias Especialidad en Matemática Educativa Universidad de Sonora  
e-mails: Yolanda\_perez\_r@hotmail.com

P17  
Medio  
Superior

El presente trabajo aborda una propuesta de instrucción encaminada a incidir en el Razonamiento Inferencial Informal (RII) en estudiantes de Nivel Medio Superior (NMS) como una orientación para desarrollar el sentido estadístico, sustentada en directrices curriculares y un marco conceptual que considera tanto reflexiones como investigaciones realizadas en educación estadística.

---

### **Caracterización de los procesos cognitivo-matemáticos para la validación matemática en el contexto escolar con ambientes de geometría dinámica**

Guadalupe Morales Ramirez y Víctor Larios Osorio

Facultad de Informática  
Universidad Autónoma de Querétaro  
e-mail: lupismr11@gmail.com

P18  
Superior

El uso de la tecnología en la actualidad se ha vuelto una herramienta importante tanto para el aprendizaje como para la enseñanza de las matemáticas, por ello es relevante que se generen ambientes entornos al uso de la tecnología, ya que introducir estos recursos en el aula origina una fase de problematización para el alumno en la resolución de problemas. Por tanto, en este trabajo se presenta de manera general una propuesta de investigación que se centra en la caracterización de los procesos cognitivos que desarrollan los estudiantes cuando realizan validación matemática en ambientes de geometría dinámica, específicamente, en el uso del software GeoGebra.

---

### **¿Cuál es el factorial de 1.5?**

Jorge Ruperto Vargas Castro

Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora  
e-mail: rvargas@mat.uson.mx

P19  
Superior

En algunas ocasiones he preguntado a estudiantes de nivel licenciatura acerca del factorial de un número y sus propiedades, pasando por la explicación de los valores del factorial asociados a números particulares como el 0 y el 1, así como la explicación de las razones por la cual no podemos asignar un valor de factorial a enteros negativos; con unas cuantas reflexiones se ha logrado dar respuesta a esas preguntas, pero la mayor sorpresa surge cuando se le pide decir cuál es el valor del factorial de 0.5, hasta creen que es una broma; cuando se les solicita que por pura curiosidad obtengan la respuesta que una calculadora científica proporciona, algunas marcan error, otras calculadoras físicas o virtual sí dan por resultado un número, causando gran sorpresa y desconcierto. En este trabajo se hace un análisis práctico y teórico acerca de la matemática que subyace en estos sorprendentes resultados.

---

P20  
Superior

## Conjunto de Mandelbrot para IFS

Diana Patricia Rivera Segundo  
Unidad Cuernavaca del Instituto de Matemáticas UNAM  
e-mail: dije.hcn@gmail.com

En este trabajo introducimos el Conjunto de Mandelbrot para el par de contracciones  $\{\lambda z - 1, \lambda z + 1\}$ , donde  $\lambda$  es un parámetro en  $\mathbb{D}$ , y mostramos algunas propiedades del mismo.

---

P21  
Superior

## Las diversas caras de la delta de Dirac

Francisco Miguel Velarde Lopez  
Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora  
e-mail: francisco.mvelarde@hotmail.com

En este trabajo se revisan las diversas caras de la delta de Dirac.

---

P22  
Superior

## Introducción al cálculo fraccionario y la interpretación geométrica para la partícula libre

Julio C. Campos García, Carlos Figueroa Navarro, Martin E. Molinar Tabares  
Departamento de Ciencias de la Salud Unidad Cajeme Universidad de Sonora e-mail:  
julio.garcia@cajeme.uson.mx  
Departamento de Ing. Industrial Universidad de Sonora e-mail: cfigueroa@industrial.uson.mx  
CONAGUA Delegación Hermosillo e-mail: mmolinar@conagua.gob.mx

En estas notas se explica en forma breve los aspectos elementales del cálculo fraccionario. Se expone la derivada y la integral para función exponencial, funciones trigonométricas y función potencia. Asimismo, se presenta la contradicción que surge con la derivada de la función exponencial en su expansión de serie de Taylor. Por último, se analiza el caso de la energía cinética de una partícula libre, donde se relaciona el resultado fraccionario a un tipo de interpretación geométrica y física.

---

P23  
Superior y  
Medio  
Superior

## Valor P mediante prueba de aleatoriedad

Claudio Alfredo López Miranda  
Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora  
e-mail: claudio@mat.uson.mx

En este trabajo mostramos mediante simulación de un juego de cartas cómo estimar el valor P de una prueba de hipótesis. Dicho trabajo es relevante para pruebas de hipótesis con muestras de una o dos poblaciones; en particular, cuando los tamaños de muestra son pequeños donde no se garantiza normalidad de los estimadores. La técnica se conoce como prueba de aleatoriedad, ya que sirve para estimar la probabilidad de que un “estadístico” se aleje por azar de su “valor nulo”. Mostramos que la técnica es efectiva en un estudio discreto de casos y controles (estudios médicos), donde el valor P nos indica que tan probable es que la efectividad de una terapia haya ocurrido solo por azar y no debida al tratamiento. Mostraremos su uso en la comparación de medias de dos poblaciones, entre otras

---

## Módulos Quasi-inyectivos y Quasi-proyectivos

P24  
Superior

Tania Gabriela Pérez Quijano  
Universidad Nacional Autónoma de México  
e-mail: tanquijanos@ciencias.unam.mx

En este trabajo estudiamos con los conceptos de módulos quasi-inyectivos y módulos quasi-proyectivos. Se muestran algunos ejemplos de estos módulos así como algunas de sus propiedades. Además, escribimos algunos teoremas clásicos acerca de ellos.

---

## Módulos paraproyectivos y parainyectivos

P25  
Superior

\*Ivan Fernando Vilchis Montalvo, ◊Alejandro Alvarado García, \*César Cejudo Castilla  
\* Facultad de Ciencias Físico Matemáticas  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
◊Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional Autónoma de México  
vilchis.f@gmail.com

En este trabajo introducimos los conceptos de parainyectividad y paraproyectividad. Damos algunas propiedades básicas acerca de ellos y obtenemos caracterizaciones de anillos artinianos de ideales principales.

---

## Una propuesta de herramienta de evaluación de accesibilidad de sitios web

P26  
Superior

Angélica María Maldonado Vásquez y Gabriel Alberto García-Mireles  
Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora  
e-mails: angelicama.maldonadova@correoa.uson.mx,  
mireles@mat.uson.mx

La accesibilidad de sitios web es fundamental para proveer de información a todas las personas, incluidas aquellas que tienen algún tipo de discapacidad. La *Web Accessibility Initiative* identificó un conjunto de técnicas que deberían considerarse cuando se elabora un sitio web. A partir de una revisión de literatura se identificaron los requisitos para construir herramientas de validación de accesibilidad. Tomando en cuenta dichos requisitos y una arquitectura de software basada en el DOM (Modelo de Objetos de Documentos), se presenta una herramienta de evaluación de accesibilidad. A diferencia de otros validadores de accesibilidad, el prototipo valida la accesibilidad de manera automática y permite que el desarrollador de software verifique los resultados.

---

## ¿Qué relación existe entre la sustentabilidad y la calidad del software?

Gabriel Alberto García-Mireles

Departamento de Matemáticas Universidad de Sonora  
e-mails: mireles@mat.uson.mx

En años recientes, los ingenieros de software han prestado atención al tema del desarrollo sustentable. Mientras que algunas propuestas se enfocan en medir el consumo de energía eléctrica, otras estudian los efectos de las metas de la sustentabilidad en diferentes etapas del proceso de desarrollo de software. Algunos investigadores han señalado que la mejora de la sustentabilidad tendría efectos negativos en la calidad del software. Para estudiar esta idea, se realizó una revisión sistemática de literatura con el objetivo de comprender el efecto que tienen las metas de la sustentabilidad en la calidad del producto de software. En esta ponencia se presentan las interacciones que han sido reportados entre las metas de la sustentabilidad y las características de calidad del software descritas en el ISO/IEC 25010. Los resultados del estudio sugieren que una buena calidad del producto está relacionado positivamente con la mejora de la sustentabilidad.

---



# Sesión de divulgación de las ciencias

El Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora extiende una cordial invitación a estudiantes de educación media superior y superior, para asistir a la sesión de divulgación de las ciencias, la cual está principalmente orientada a lograr un acercamiento de los jóvenes a la ciencia, de un manera amena y divertida, a través de actividades interactivas y conferencias presentadas para una audiencia de nivel bachillerato.

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7	Jueves 8	Viernes 9
<b>08:00 – 09:00</b>					
<b>09:00 – 09:30</b>	DC1				
<b>10:00 – 10:30</b>	DC2				
<b>11:00 – 11:30</b>	DC3				
<b>12:00 – 12:30</b>					
<b>12:30 – 13:30</b>	Plenaria	Conferencias por invitación			
<b>13:30 – 16:00</b>	Receso				
<b>16:00 – 16:30</b>		DC4			
<b>16:40 – 17:10</b>		DC5			
<b>17:20 – 17:50</b>		DC6			Plenaria (17:00–18:00)
<b>18:00 – 19:00</b>		Plenarias			Mesa redonda 18:00–19:30
<b>19:00 – 20:00</b>					

Todas las conferencias de la sesión de divulgación de las ciencias se llevarán a cabo en el Auditorio “Ing. Manuel Rivera Zamudio”, Edificio 5B. Simultáneamente a las conferencias habrá actividades interactivas, experimentos y presentación de prototipos de matemáticas, computación y electrónica en la explanada del Departamento de Matemáticas

## La suma geométrica y la hipoteca de mi casa

DC1

Carlos Pacheco González  
Universidad de Sonora

La serie geométrica es una suma que se surge en las matemáticas, y se utiliza en muchas aplicaciones de las ciencias y las ingenierías. De hecho, la utilizamos también para calcular los créditos bancarios. En esta charla explicaremos su cálculo y sus aplicaciones matemáticas.

DC2

## **Criptografía y seguridad en internet**

Eduardo Velasco Barreras

Universidad de Sonora

Hoy en día, el internet ha llegado a ser una herramienta sobre la que se sostienen diferentes tipos de actividades, tanto de carácter personal como financieras. En ese sentido, garantizar seguridad y autenticidad de los usuarios de estos medios se ha vuelto indispensable. En esta charla presentaremos cómo la criptografía ha resuelto algunos problemas que naturalmente aparecen en este contexto, permitiendo que internet sea tan seguro como hoy lo es. Particularmente, veremos el papel fundamental que juegan las matemáticas en la solución a dichos problemas.

---

DC3

## **La Evolución de la Ingeniería en Tecnología Electrónica**

Milka del Carmen Acosta Enríquez

Universidad de Sonora

En esta plática se presenta en qué consiste la Ingeniería en Tecnología Electrónica, su evolución desde sus inicios hasta nuestros días, los trabajos que se pueden desarrollar en esta disciplina y algunas tendencias en investigación en las áreas más importantes.

---

DC4

## **¿Qué tanto las matemáticas están involucradas en el diseño y programación de videojuegos?**

Misael Avendaño Camacho

Universidad de Sonora

El mundo de los videojuegos es un negocio que mueve en todo el mundo miles de millones de dólares. Quizá su éxito se basa en ofrecer entretenimiento permitiendo al usuario ser el protagonista de la historia. Sin duda alguna el éxito de un videojuego depende mucho de la historia, trama o reto que éste plantea al usuario el que a su vez depende de cómo este diseñado, pues de esto dependerá la experiencia que ofrece al usuario al momento de jugarlo. Siendo tan vital para el éxito de un videojuego el diseño y programación del mismo, surge de manera natural preguntarse ¿Que habilidades y conocimientos son necesarias para el diseño y programación de un videojuego? Dando por descontado que en primer lugar es necesario saber programar, en esta charla nos centraremos en presentar ciertos aspectos del desarrollo de videojuegos en los que están involucradas las matemáticas. No se desea hacer algún juicio o valoración alguna sobre la importancia que tienen las matemáticas en el diseño de videojuegos pues se pretende que la audiencia saque sus propias conclusiones.

---

## **¿Pueden aprender matemáticas los robots?**

DC5

Marysol Navarro Burruel  
Universidad de Sonora

El objetivo central de esta charla es apreciar las matemáticas con un enfoque distinto al que usualmente adoptamos desde la niñez. La palabra clave es “aprender”, se pretende abordar la matemática no desde un punto de vista filosófico, sino totalmente práctico, amigable y aplicable. La matemática es una disciplina fuerte, cuyo auge va en crecimiento en medio de esta era de la tecnología, y al tratar de responder la pregunta ¿pueden aprender matemáticas los robots? la idea es descubrir lo maravillosa, necesaria y apasionante que puede resultar esta ciencia para la humanidad.

---

## **Ciencias de la Computación**

DC6

Roberto Núñez González  
Universidad de Sonora

En esta presentación se comentará sobre la Licenciatura en Ciencias de la Computación, sus características, su situación actual, logros y los planes a futuro del programa. Está dirigido a estudiantes de educación media superior.

---



# Primer encuentro de estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas

El objetivo de este encuentro es promover la participación e intercambio de ideas sobre temas especiales de matemáticas que tengan alguna relevancia para la formación de estudiantes de matemáticas, así como establecer un vínculo entre estudiantes de las diferentes universidades participantes.

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7	Jueves 8	Viernes 9
10:00 – 10:30	Bienvenida	EE1	EE6	EE11	EE14
10:30 – 11:00		EE2	EE7	EE12	EE15
11:00 – 11:30		EE3	EE8	EE13	EE16
11:30 – 12:00		EE4	EE9	CI-EE Conferencia por	EE17
12:00 – 12:30		EE5	EE10	invitación 11:40–12:20	
12:30 – 13:30	Plenaria	Conferencias por invitación			

La bienvenida se llevará a cabo en el Auditorio del Posgrado 3K3-303. Todas las ponencias del encuentro se llevarán a cabo en el Auditorio “Mat. Enrique Valle Flores”, Edificio 3K1 primer piso.

## Heurísticas de optimización análisis de datos y optimización multiobjetivo

CI-EE

Mario Alberto Villalobos Arias

Universidad de Costa Rica

En esta conferencia se presentan algunas heurísticas de optimización y aplicaciones al análisis de datos, tales como multidimensional scaling, regresión no lineal, selección de variables en regresión múltiple. Luego de esto se presentan los problemas multiobjetivos así como algunos resultados de convergencia de algunas heurísticas de optimización que se aplican en el caso multiobjetivo.

EE1

## **Teorema de Killing-Hopf para Superficies Hiperbólicas**

Dulce María Guerrero Tánori  
Universidad de Sonora

Dada una superficie  $S$  con una métrica localmente euclidiana, completa y conexa por trayectorias, puede mostrarse que  $S$  se obtiene mediante la acción propiamente discontinua de un grupo de isometrías de  $\mathbb{R}^2$ . Esto lleva a un teorema de clasificación de todas las superficies de este tipo llamado teorema de Killing-Hopf. Se obtendrá este teorema análogo para superficies hiperbólicas. Para esto se definirá una función recubridora del plano hiperbólico a la superficie para mostrar que una superficie localmente hiperbólica, completa y conexa por trayectorias es de la forma  $H^2/G$ , donde  $G$  es un grupo de isometrías de  $H^2$  que actúa de manera propiamente discontinua.

---

EE2

## **Introducción a la teoría ergódica**

Marina Lizethe Rojas Salazar  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Se desarrolla el material necesario para introducirnos a la Teoría Ergódica, cuyo objetivo es describir la dinámica de las transformaciones que preservan medida. Sabemos que algunos sistemas dinámicos pueden presentar un comportamiento caótico por lo que es difícil hacer predicciones a largo plazo sobre su comportamiento. Sin embargo, en ocasiones la Teoría Ergódica puede predecir el comportamiento promedio de un sistema, incluso si el sistema es caótico.

---

EE3

## **Árboles y grupos libres**

Gerardo Ismael Salazar Herrera  
Universidad Juárez del Estado de Durango

En álgebra se dice que un grupo  $G$  es libre si contiene un subconjunto propio  $S$  de tal manera que todo elemento de  $G$  puede escribirse en forma única como un producto finito de elementos de  $S$  y sus inversos. Por otro lado, en teoría de gráficas, decimos que un árbol es una gráfica conexa no vacía que no contiene ciclos.

En esta plática usaremos acciones de grupos libres sobre árboles con la finalidad de dar una prueba del Teorema de Schreier, el cual afirma que todo subgrupo de un grupo libre es libre.

---

EE4

## **Variabilidad oceanográfica de la zona costera del Estado de Sonora**

Itchel Nathaly Osuna Llamas, Daniel Eduardo Fernández Villalobos, Carlos Robles Tamayo  
Universidad Juárez del Estado de Durango

Los patrones espaciales y temporales de variación de la temperatura superficial del mar (TSM) juegan un papel fundamental en la determinación de las condiciones para la supervivencia de los organismos que habitan en las aguas poco profundas. En esta charla se presentarán avances que determinan la variabilidad de la Temperatura Superficial del Mar (TSM), así como también la variabilidad de la biomasa Fito planctónica en base al contenido de Clorofila a (Chl a) a lo largo de la zona costera del Estado de Sonora.

---

## El Teorema de Borsuk-Ulam

EE5

Eybette Mercado Favela

Universidad Juárez del Estado de Durango

Si  $f : \mathbb{S}^1 \rightarrow \mathbb{S}^0$  es una función continua, entonces dicha función no puede preservar puntos antípodos, ya que eso implicaría que  $\mathbb{S}^0$  sea un espacio conexo, lo cual es falso ya que la esfera de dimensión cero es un espacio discreto con más de un punto. El Teorema de Borsuk-Ulam establece esta misma afirmación para dimensión mayor o igual a uno, es decir, si  $n \geq 1$  y  $f : \mathbb{S}^n \rightarrow \mathbb{S}^{n-1}$  es una función continua, entonces  $f$  no preserva puntos antípodos. En esta plática, se dará la demostración para  $n = 2$ , usando espacios cubrientes y la acción del grupo fundamental  $\pi(X; x_0)$  en las fibras de una función cubriente.

---

## Dualidad en programación lineal

EE6

Oswaldo Carrillo Martínez

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

En este trabajo daremos una introducción a la teoría de dualidad en programación lineal, explicaremos los conceptos básicos de ésta así como su interpretación económica, además presentaremos ejemplos de esta teoría en problemas en flujos en redes.

---

## La Fibración de Hopf a través de una acción de $\mathbb{S}^1$ en $\mathbb{S}^3$

EE7

Jesús Iván López Reyes

Universidad Juárez del Estado de Durango

En la teoría de los grupos topológicos de transformaciones, la geometría y la dinámica que se tienen en un espacio topológico  $X$  al actuar sobre él un grupo topológico  $G$ , están determinadas por las características que poseen las  $G$ -órbitas en  $X$ . Ellas permiten incluso construir nuevos espacios a través de la llamada proyección orbital y obtener propiedades interesantes de los mismos. En esta plática se describirá una acción de  $\mathbb{S}^1$  sobre la esfera  $\mathbb{S}^3$  que describe geoméricamente a este espacio, analiza el espacio orbital de esta acción y obtiene lo que se conoce como Fibración de Hopf.

---

## Sobre $\mathbb{R}$ -módulos libres y $\mathbb{R}$ -módulos proyectivos

EE8

Félix Alejandro Medina Lugo

Universidad de Sonora

Iniciaremos esta charla definiendo qué es un  $\mathbb{R}$ -módulo y un homomorfismo de módulos, y presentaremos algunos teoremas y propiedades importantes. Después pasaremos a hablar sobre dos tipos particulares de módulos, los módulos libres y los módulos proyectivos. Mencionaremos como todo módulo es cociente de un módulo libre y comentaremos una propiedad universal que permite definir homomorfismos en un módulo libre, a partir de cualquier función con dominio en la base de dicho módulo. Finalmente veremos cómo es posible definir los módulos proyectivos en términos de módulos libres.

---

EE9

## Programación dinámica estocástica y problema de control óptimo

María Elena Martínez Manzanares

Universidad de Sonora

El objetivo es describir un sistema de control estocástico y el correspondiente problema de control óptimo. Se presenta la teoría de programación dinámica como técnica de solución con ejemplos ilustrativos.

---

EE10

## Procesos de decisión de Markov con horizonte infinito con criterio de optimalidad descontado

Luz Esmeralda Almada Valenzuela

Universidad de Sonora

El objetivo es analizar el problema de control óptimo bajo el criterio de optimalidad de costo descontado cuando el número de etapas es infinito. Se demuestra la existencia de políticas óptimas.

---

EE11

## El triunvirato matemático base de la mecánica celeste: Geometría, Cálculo y Ecuaciones Diferenciales

Axel Tapia Ávalos

Universidad Juárez del Estado de Durango

En esta plática ilustraremos cómo el uso de la geometría analítica, el cálculo y las ecuaciones diferenciales nos guía para establecer los principios de la mecánica celeste al describir el movimiento relativo de un cuerpo alrededor de otro.

Empezaremos por analizar la ecuación de movimiento

$$\ddot{\mathbf{r}} = -\mu \frac{\mathbf{r}}{r^3}$$

Al buscar la solución esta ecuación diferencial vectorial de segundo orden, podemos deducir una serie de constantes (condiciones iniciales) a partir de varios principios físicos y relaciones matemáticas. En el proceso nos encontramos con las Leyes de Kepler y con ello podemos aproximar la descripción de las órbitas de la mayoría de los planetas y satélites de nuestro sistema solar. Queremos hacer énfasis en la importancia de la cooperación entre diversas áreas de las matemáticas para fundamentar el conocimiento científico.

---



## El oscilador armónico sobre la esfera dos dimensional

EE12

Claudio César García Mendoza  
Universidad de Sonora

Es bien conocido el oscilador armónico en el espacio Euclidiano  $n$ -dimensional es un sistema Hamiltoniano que tiene propiedad “excepcional” de ser un sistema Hamiltoniano integrable y en algunos casos superintegrable. Esta propiedad pueden ser derivada a partir de un cambio de coordenadas complejas que hacen posible tener una caracterización bastante manejable de las integrales primeras del oscilador armónico. En esta charla se presenta un estudio del oscilador armónico pero sobre superficies de curvatura gaussiana constante positiva. Para esto debemos tomar en cuenta que el plano, como superficie inmersa en espacio tridimensional, tiene curvatura Gaussiana nula. Por lo cual presentaremos una caracterización del oscilador armónico con dos grados de libertad en el espacio Euclídeo que permita una generalización para superficies con curvatura gaussiana constante positiva. Con esta caracterización podremos definir el oscilador armónico sobre la esfera dos dimensional, que son los ejemplos típicos de superficies de curvatura gaussiana constante positiva. Luego, pretendemos mostrar que propiedades del oscilador armónico en el espacio Euclideo se preservar cuando la curvatura gaussiana ya no se anula e identificar el papel que tiene esta cantidad geométrica.

---

## Semiflujos continuos

EE13

Sergio Vargas Montoya  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Hablaremos acerca de la estabilidad estudiada a partir de la Topología, nuestros objetos de estudio son los conjuntos cadena, este concepto fue introducido por Conley en la segunda mitad del siglo XX; estos conjuntos tienen una excepcional relación con la estructura de los atractores, es por ello la importancia de identificarlos y de analizar sus propiedades.

---

## Sucesiones espectrales y homología persistente

EE14

Pedro Fernández Calles  
Universidad de Sonora

En el contexto de análisis topológico de datos, la homología persistente introducida por Carls-son en años recientes ha demostrado ser una herramienta exitosa para extraer información de nubes de datos, información que en principio puede ser indetectable mediante otros métodos. Por otra parte, la teoría de sucesiones espectrales (una herramienta tradicionalmente asociada con la matemática pura) es hasta el presente una de las herramientas más poderosas en las áreas de topología y álgebra para el cálculo de homologías y cohomologías.

A partir de las definiciones de sucesión espectral y homología persistente, resulta natural suponer que debe existir una relación estrecha entre ambos conceptos. Sin embargo, hasta ahora dicha relación ha sido poco explorada en la literatura matemática disponible. En esta charla esperamos presentar avances de tesis de licenciatura donde analizaremos estos dos conceptos y también expondremos de manera esquemática un teorema reciente de Basu-Parida que los relaciona.

---

EE15

## Nudos y sus Diferentes Polinomios

Roberto Contreras

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Indagaremos en la exploración de los diferentes invariantes de nudos encontrados en la literatura, en particular, de los polinomios de nudos. Se abordaran los invariantes clásicos como la tricolabilidad, el número de enlace (linking number) y el unknotting number, además de presentar el polinomio de Jones, Alexander y Kauffman.

---

## EE16 El movimiento que nos rodea: breve introducción a los sistemas dinámicos discretos

Tairí Nevárez Muñz

Universidad Juárez del Estado de Durango

El lugar donde se encuentra una partícula ¿determina su posición en el futuro? Cambio y movimiento son conceptos en los que se debe pensar cuando se habla de sistemas dinámicos. A partir de un ejemplo de reproducción celular, se introducirán las nociones básicas de los SDD (Sistemas Dinámicos Discretos) abordando conceptos como los de órbita, dinámica, punto fijo, punto periódico, punto preperiódico, entre otros. Usaremos funciones sencillas para ilustrar estos conceptos y mostrar algunos de los resultados interesantes sobre la teoría de SDD.

---

EE17

## Cuerpos convexos y normas en $\mathbb{R}^2$

Sebastián Morales Amaya

Universidad Juárez del Estado de Durango

Un resultado conocido de álgebra lineal es el hecho de que dos espacios vectoriales de dimensión finita son isomorfos si y sólo si tienen la misma dimensión, por lo tanto, todos los espacios vectoriales de dimensión dos podemos identificarlos con el espacio  $\mathbb{R}^2$ .

Dicho espacio no sólo es un espacio vectorial, además cuenta con una norma la cual induce la métrica o distancia euclidiana. La pregunta que nos interesa abordar en esta plática es la siguiente:

¿De todas las normas posibles que podemos definir en  $\mathbb{R}^2$  cuál de ellas induce una métrica “suficientemente parecida” a la métrica euclidiana?

Dicho de otra manera, cómo podemos clasificar ciertos espacios normados de dimensión dos. Nos ayudaremos de algunos cuerpos convexos de  $\mathbb{R}^2$  para obtener dicha clasificación.

---

# Talleres

## Taller de Ciencia de Datos

El taller de Ciencia de los Datos es organizado por académicos del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora, en el marco de las actividades de la XXVIII Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas. Este taller tiene como objetivo presentar y promover distintas herramientas para el análisis de datos (tales como el análisis topológico de datos, series de tiempo, regresión logística, curvas ROC, entre otros), a través de conferencias, cursos y sesiones de trabajo.

Entre los conferencistas invitados se encuentran el Dr. José Perea (Department of Computational Mathematics, Science and Engineering; Department of Mathematics of the Michigan State University) y el Dr. Pedro Miramontes (Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México).

Además de los cursos y ponencias por invitación se presentarán proyectos multidisciplinarios en análisis de datos, desarrollados entre el Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora e instituciones públicas, en áreas de la salud, infraestructura urbana y aspectos climáticos.

El **comité organizador** local está integrado por los profesores:

Jesús F. Espinoza (jesus.espinoza@mat.uson.mx)

Gudelia Figueroa (gfiguero@mat.uson.mx)

Rosalía G. Hernández (rosalia.hdez@mat.uson.mx)

José A. Montoya (montoya@mat.uson.mx)

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7
<b>09:00 – 10:00</b>	TCD-01	TCD-03	TCD-04
<b>10:00 – 11:00</b>	C10	C10	TCD-05
<b>11:00 – 12:00</b>			TCD-06
			TCD-07
			TCD-08
<b>12:00 – 12:30</b>			
<b>12:30 – 13:30</b>	Plenaria	Conferencias por invitación	

Todas las sesiones del Taller de Ciencia de Datos se realizarán en la Sala de videoconferencias del Departamento de Matemáticas, Edificio 3K3, primer piso.

## La distribución Beta Discreta Generalizada en la Ciencia de datos

Pedro Miramontes

Universidad Nacional Autónoma de México

Aunque no se puede fijar con precisión la fecha lo que hora conocemos con el nombre de Ciencia de Datos, si podemos ubicar en esa categoría el trabajo de George Kingsley Zipf quien en las décadas de los años treinta y cuarentas del siglo pasado se dio a la tarea de analizar corpus lingüísticos con la finalidad de encontrar regularidades. Después de analizar textos en inglés, enunció la ley que ahora lleva su nombre y que se escribe como una ley de potencias:

$$f(r) = \frac{A}{r^\alpha}.$$

Las leyes de potencia tienen propiedades geométricas muy interesantes, entre las cuales destaca la invarianza ante cambios de escala. Siendo ésta una propiedad de los fractales autosemejantes, no es de extrañar el impacto que la Ley de Zipf ha tenido.

Recientemente, al analizar enormes corpus literarios, se han encontrado desviaciones de la Ley de Zipf en las regiones de baja frecuencia en diagramas rango-orden. Nuestro grupo de trabajo ha propuesto una variante de la función Beta que corrige estas desviaciones [1,2,3].

En esta charla, se presenta dicha propuesta y se muestran sus aplicaciones a diversas situaciones; en particular, a la distribución de las unidades administrativas (municipios) de todo el mundo.

### Referencias.

1. R. Mansilla, E. Köppen, G. Cocho, P. Miramontes. *On the behavior of journal impact factor rank-order distribution*. Journal of Informetrics. Vol 1, pp 155-160. 2007.
2. Gustavo Martínez-Mekler, Roberto Alvarez Martínez, Manuel Beltrán del Río, Ricardo Mansilla, Pedro Miramontes, Germinal Cocho. *Universality of Rank-Ordering Distributions in the Arts and Sciences*. Plos One. 2009. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004791>.
3. Oscar Fontanelli, Pedro Miramontes, Germinal Cocho, Wentian Li. *Population patterns in World's administrative units*. Royal Society Open Science. 2017. DOI: 10.1098/rsos.170281.

## Análisis topológico de series de tiempo

José A. Perea

Department of Computational Mathematics, Science and Engineering  
Michigan State University

Las observaciones que varían con el tiempo son omnipresentes en el mundo rico en datos en el vivimos. Ejemplos incluyen: series temporales de valores reales (como mediciones de sonido y temperatura), videos (considerados como sucesiones de imágenes) y redes dinámicas (nuevamente, sucesiones de grafos).

En los últimos años, las herramientas del análisis topológico de datos, los sistemas dinámicos y el análisis no lineal de series temporales han sido combinadas y adaptadas al análisis de datos de series temporales multimodales. En resumen, las series de tiempo pueden transformarse en nubes de puntos de alta dimensión (mediante encajes de dilación) y su forma puede ser cuantificada mediante análisis topológico de datos (por ejemplo, con homología persistente). Esto permite cuantificar características tales como periodicidad, cuasiperiodicidad, existencia de motivos, presencia de caos dinámico, etc. Este curso cubrirá los principales aspectos teóricos detrás del análisis topológico de series de tiempo, los problemas computacionales asociados, y se explorarán aplicaciones que van desde la genética hasta las ciencias del habla.

## **Análisis topológico de islas de calor urbanas**

TCD-03

Jesús F. Espinoza<sup>1</sup>, Gudelia Figueroa P.<sup>1</sup>, Rosalía G. Hernández<sup>1</sup>, José A. Montoya<sup>1</sup>, Agustín Morúa<sup>2</sup>, Javier Navarro E.<sup>2</sup>, Hugo Valenzuela Ch.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora; <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora

En esta ponencia se presenta un análisis del fenómeno de islas de calor urbana mediante una novedosa herramienta conocida como *análisis topológico de datos*. Presentaremos como caso de estudio el análisis realizado para la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Una isla de calor urbana (UHI por sus siglas en inglés) es una región en la que la temperatura es más alta que la del área circunvecina. La existencia de estas regiones de mayor temperatura puede estar relacionada con distintos factores como la densidad habitacional, falta de áreas verdes, uso de suelo para infraestructura industrial, entre otros. Este fenómeno puede afectar la calidad de vida y la salud de la población en ciudades donde las temperaturas son significativamente altas. En consecuencia, es necesario un completo entendimiento de dicho fenómeno con el objetivo de promover políticas de salud e infraestructura urbana adecuadas, para subsanar sus efectos.

---

## **Índice de riesgo de malignidad en tumoraciones anexiales**

TCD-04

Carlos Dávila<sup>1</sup>, Jesús F. Espinoza<sup>2</sup>, Gudelia Figueroa P.<sup>2</sup>, Rosalía G. Hernández<sup>2</sup>, José A. Montoya<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hospital Integral de la Mujer del Estado de Sonora; <sup>2</sup>Universidad de Sonora

De acuerdo al Instituto Nacional de Cancerología, el cáncer de ovario es la primera causa de mortalidad entre los cánceres de origen ginecológico a nivel mundial, ocupando el tercer lugar en nuestro país; de aquí, la importancia de desarrollar un diagnóstico preciso para la evaluación de la malignidad de masas anexiales. Existen distintos modelos diagnósticos que permiten detectar la naturaleza maligna o benigna de tumores anexiales mediante una evaluación preoperatoria, esto es, sin la necesidad de contar con un reporte anatomopatológico postoperatorio, de tal forma que además de reducir costos, se evita deteriorar la salud fisiológica y psicológica de la paciente.

Tales evaluaciones preoperatorias son basadas en lo que se denomina Índice de Riesgo de Malignidad (IRM). Un índice de este tipo es por ejemplo, el índice de Jacobs, el cual se calcula como un producto ponderado asociado al valor del puntaje ultrasonográfico, el estado menopáusico y la cantidad de CA-125.

En el presente trabajo, colaboración entre académicos de la Universidad de Sonora (UNISON) y el Hospital Integral de la Mujer del Estado de Sonora (HIMES), tiene como objetivo la evaluación de la utilidad del uso de un IRM para predecir malignidad en tumoraciones anexiales en pacientes del HIMES, a través de un análisis estadístico que permita determinar un punto de corte óptimo en términos de especificidad/sensibilidad de distintos índices, y el correspondiente análisis comparativo.

---

TCD-05 **Análisis no lineal de series de tiempo usando el Teorema de inmersión de Takens**

Roxana Wendoline Ruíz

Universidad Nacional Autónoma de México

A lo largo del tiempo, muchos investigadores se han dado a la tarea de tratar de extraer información de las series de tiempo; en particular de series fisiológicas. Para ello se han utilizado muchas técnicas. En esta plática hablaremos del método usando el Teorema de inmersión de Takens, el cual se describe brevemente a continuación.

Dada una serie de tiempo  $\{x(t_i)\}_{i=1}^n \subseteq \mathbb{R}$  obtenemos una nube de  $N$  puntos  $\{\vec{x}_i\}_{i=1}^N \subseteq \mathbb{R}^m$  de la siguiente manera:

$$\vec{x}_i = (x(t_i), x(t_i + \tau), x(t_i + 2\tau), \dots, x(t_i + (m - 1)\tau)), \quad i \in \{1, \dots, N\},$$

donde  $\tau > 0$  es el *tiempo de retraso*,  $m$  es la *dimensión de inmersión* y  $N = n - (m - 1)\tau$ .

En esta plática discutiremos los detalles precisos para estimar los parámetros  $\tau$  y  $m$ , e ilustraremos con series de tiempo provenientes de modelos.

---

TCD-06

**Impacto de acciones realizadas frente a un brote de dengue: Dinámica de la enfermedad**

Mayra Rosalía Tocto Erazo<sup>1</sup>, José A. Montoya<sup>1</sup>, Daniel Olmos Liceaga<sup>1</sup>, Saúl Díaz Infante Velasco<sup>1</sup>, Pablo Alejandro Reyes Castro<sup>2</sup> y Ana Lucia Castro Luque<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora, <sup>2</sup>Colegio de Sonora

Ante situaciones de brotes de dengue, generalmente se realizan acciones tales como vigilancia epidemiológica, campañas de prevención, aplicación de insecticidas, entre otras, con el objetivo de reducir significativamente la población susceptible a esta enfermedad.

En el 2010, ocurrió un brote de dengue durante 18 semanas en la ciudad Hermosillo, cuyo número de casos nuevos por semana presenta una compleja dinámica que puede haberse dado por diversos factores. En este trabajo se considera una área pequeña de la ciudad que abarca una de las colonias con mayor incidencia durante ese brote, y que tiene características socio-económicas y demográficas similares.

Se propone un modelo estadístico para describir matemáticamente el número de casos nuevos de dengue por semana, donde las observaciones vienen de una distribución de Poisson cuya media es la solución de un modelo tipo SIR (Susceptible - Infectado - Removido). Este modelo SIR modificado incluye un parámetro que considera las acciones realizadas ante un brote. Se empleó un enfoque de verosimilitud para estimar los parámetros del modelo. Los resultados muestran que el modelo estadístico planteado se ajusta a los datos. Además, se presenta una banda de posibles escenarios que hubieran ocurrido ante la ausencia de acciones, empleándose sólo los datos observados durante las primeras cinco semanas del brote.

## **Análisis estadístico de días de calor extremo en el Estado de Sonora**

TCD-07

Jorge Alberto Espíndola Zepeda<sup>1</sup>, José A. Montoya<sup>1</sup> y Javier Navarro Estupiñán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Sonora; <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Sonora

Las variaciones de temperaturas extremas tienen una importancia muy particular ya que afectan a la salud pública, fuentes de agua, demanda de energía, biodiversidad, agricultura, ganadería, etc. En particular, Sonora es uno de los estados de México que presenta mayores condiciones secas y calientes en el país, llegando a registrar temperaturas máximas durante el verano por encima de los 48,5°C. Este periodo de calor excesivo en la región, afecta la salud humana debido al estrés y condiciones adversas, provocando enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias. De hecho, los riesgos para la población se pueden incrementar aún más si se toman en cuenta factores como edad, nivel de ingreso, nivel de insolación social, si se trabaja con o sin aire acondicionado, etc.

En este trabajo se aborda el problema de analizar el fenómeno aleatorio llamado Días de Calor Extremo (DC) en el Estado de Sonora, donde los DC se definen como el número de días donde la temperatura máxima se encuentra por encima de un umbral establecido para el periodo de estudio (verano). Se propone considerar tanto la definición clásica de umbral como una novedosa definición desarrollada con base en la Teoría de Valores Extremos. En ambos casos, se propone un modelo lineal generalizado Poisson, donde la variable explicativa es la temperatura máxima promedio para el periodo de verano. Es importante enfatizar que este tipo de modelo propuesto es usado para analizar el comportamiento futuro (corto, mediano y largo plazo) de los DC en el Estado de Sonora. Para éste trabajo se utilizaron datos de estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), ubicadas en el centro, norte, sur, este y oeste del Estado de Sonora.

---

## **Variabilidad oceanográfica de la zona costera del Estado de Sonora**

TCD-08

José A. Montoya, Itchel Nathaly Osuna Llamas, Daniel Eduardo Fernández Villalobos y Carlos

Manuel Robles Tamayo

Universidad de Sonora

Los patrones espaciales y temporales de variación de la temperatura superficial del mar (TSM) juegan un papel fundamental en la determinación de las condiciones para la supervivencia de los organismos que habitan en las aguas poco profundas. En esta ponencia se presentarán avances que determinan la variabilidad de la Temperatura Superficial del Mar (TSM), así como también la variabilidad de la biomasa Fito planctónica en base al contenido de Clorofila a (Chl a) a lo largo de la zona costera del Estado de Sonora.

---

## Taller de Estructuras Geométricas y Combinatorias

El II Taller de Estructuras Geométricas y Combinatorias consiste de una serie de ponencias en topología, álgebra, combinatoria y temas afines, impartidas por investigadores tanto de la Universidad de Sonora, como investigadores invitados de otras instituciones del país. También participan estudiantes y egresados de la Licenciatura y del Posgrado en Matemáticas de la Universidad de Sonora, quienes presentarán ponencias relacionadas con sus trabajos de tesis concluidos o en desarrollo. Lo anterior se desarrolla en el marco de las actividades de la XXVIII Semana Nacional de Investigación y Docencia en Matemáticas.

El **comité organizador** local está integrado por los profesores:

Jesús F. Espinoza (jesus.espinoza@mat.uson.mx)

Martín Eduardo Frías Armenta (eduardo@mat.uson.mx)

Rafael R. Ramos Figueroa (rramos@mat.uson.mx)

	<b>Jueves 8</b>	<b>Viernes 9</b>
	C11	C11
<b>08:30 – 10:30</b>		
<b>10:30 – 11:00</b>	TEGC-02	TEGC-09
<b>11:00 – 11:30</b>	TEGC-03	TEGC-10
<b>11:30 – 12:00</b>	TEGC-04	TEGC-11
<b>12:00 – 12:30</b>		TEGC-12
<b>12:30 – 13:30</b>	<b>Conferencia por Invitación</b> Jesús Muciño Raymundo	<b>Conferencia por Invitación</b> Pedro Miramontes
<b>16:00 – 16:30</b>	TEGC-05	
<b>16:30 – 17:00</b>	TEGC-06	
<b>17:00 – 17:30</b>	TEGC-07	<b>Conferencia Plenaria</b> Julio Waissman
<b>17:30 – 18:00</b>	TEGC-08	
<b>18:00 – 19:00</b>	<b>Conferencia Plenaria</b> Horacio Daniel Kuna	<b>Mesa redonda</b> Tema: El lenguaje
<b>19:00 – 19:30</b>		

Todas las sesiones del Taller de Estructuras Geométricas y Combinatorias se realizarán en Auditorio del Posgrado, del Departamento de Matemáticas, Edificio 3K3, tercer piso.

C11

### Mosaicos para funciones de variable compleja

Jesús Muciño Raymundo

Centro de Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional Autónoma de México

En este curso, reforzaremos los conocimientos de geometría y variable compleja. Revisaremos la teoría de funciones de dos variables reales y funciones complejas, utilizaremos el concepto de punto crítico y algoritmos discretos para la visualización de funciones: graficas y mosaicos.



## ¿Cómo es el retrato fase de $\frac{e^{P(z)}}{R(z)} \frac{\partial}{\partial z}$ ?

TEGC-02

Álvaro Álvarez Parrilla  
Grupo Alximia SA de CV

Se estudia el problema de clasificación topológica, como flujos reales, de los campos vectoriales analíticos complejos sobre la esfera de Riemann  $\widehat{\mathbb{C}}$ , pertenecientes a la familia

$$\mathcal{E}(r, d) = \left\{ X(z) = \frac{e^{P(z)}}{R(z)} \frac{\partial}{\partial z} \mid P, R \in \mathbb{C}[z], \deg R = r, \deg P = d \right\}.$$

Cuando  $d \geq 1$ , dichos campos tienen una singularidad esencial en  $\infty \in \widehat{\mathbb{C}}$  y  $r \geq 0$  polos en  $\mathbb{C}$ .

---

## Campos polinomialiaes

TEGC-03

Martín Eduardo Frías Armenta  
Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

Se dará un panorama sobre aspectos analítico, geométrico, topológico, métrico y combinatorio de los campos polinomiales holomorfos sobre la esfera de Riemann.

---

## Productos de gráficas y polinomios de completas

TEGC-04

Nicolás Campanelli  
Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

En esta presentación trataremos sobre el tema de los productos de gráficas, los cuáles son funciones que mandan un par de gráficas a otra gráfica. En particular se definirán los productos más estudiados: lexicográfico, tensorial, cartesiano y el fuerte. Después de haber definido los polinomios de completas, presentaremos las fórmulas para calcular el polinomio de completas de un producto de gráficas.

---

## Conjuntos semisimpliciales y el lema del nervio

TEGC-05

Cynthia G. Esquer  
Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

Dado un complejo CW existe una cubierta abierta tal que cada espacio de la cubierta y cada intersección finita de ellos son espacios topológicos contraíbles, es decir, existe una cubierta buena para el complejo CW. Definiremos una clase de espacios llamados semisimpliciales que son más generales que los complejos simpliciales abstractos ordenados y daremos la idea de la prueba del lema del nervio. El lema del nervio establece que un espacio topológico paracompacto es homotópicamente equivalente al nervio de una cubierta buena de dicho espacio. Así, este resultado es útil para el cálculo de invariantes (hasta equivalencia homotópica) mediante técnicas combinatorias, ya que el nervio de la cubierta es un complejo simplicial abstracto.

---

TEGC-06

## **Estructuras simpliciales sobre una nube de puntos**

Yitzhak David Gutiérrez Moya

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

Presentaré distintos algoritmos de geometría computacional para la construcción de varias estructuras simpliciales sobre una nube de puntos, motivadas por las aplicaciones en el análisis de datos a través de un enfoque topológico.

---

TEGC-07

## **Funciones de peso en estructuras simpliciales**

Rosalía G. Hernández

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

Dada una nube de puntos  $N \subset \mathbb{R}^n$  y una función de pesos  $\omega : N \rightarrow \mathbb{R}$  definida sobre ésta, mostraré cómo construir una función  $\Omega : \Delta(N) \rightarrow \mathbb{R}$  definida sobre la estructura simplicial  $\Delta(N)$  (de Čech o de Vietoris-Rips) tal que  $\Omega|_N = \omega$ . Un aspecto clave para lo anterior será el concepto de escala de Rips y escala de Čech para una colección de  $n$ -discos y mostraré un algoritmo para su cálculo en el caso 2-dimensional, basado en un enfoque de métodos numéricos.

---

TEGC-08

## **Estructura de Čech generalizada y su filtración**

Beatriz Ramonetti

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

Las estructuras simpliciales más comunes son la de Vietoris-Rips y la de Čech, y se tienen algoritmos computacionalmente eficientes para la realización de estructuras simpliciales de Vietoris-Rips para nubes de puntos en  $\mathbb{R}^2$ . Nosotros buscamos elaborar un algoritmo para construir la filtración de Čech generalizada, ya que de esta manera rescatamos la información topológica que no se considera con la estructura simplicial filtrada de Vietoris-Rips.

---

TEGC-09

## **Isomorfismos en graficas simples y su forma canónica**

Héctor Alfredo Hernández Hernández

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

En el diseño de algoritmos que realicen búsquedas de familias de gráficas, resulta imprescindible la utilización de un algoritmo eficiente que determine si un par de gráficas son isomorfas.

En esta charla se presenta una versión sencilla del método conocido como etiquetamiento canónico que transforma una gráfica a su forma canónica maximal.

---

## **Homología persistente, sucesiones espectrales y filtraciones**

TEGC-10

Rafael Roberto Ramos Figueroa

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

En esta charla se analizará un teorema que aparece en un artículo reciente de Basu-Parida donde se estudia la relación que existe entre el concepto de sucesión espectral asociada a una filtración y el concepto de homología persistente mediante el enfoque de parejas exactas.

---

## **Sobre distintos conceptos de monodromia**

TEGC-11

Genaro Hernández Mada

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

En esta platica daremos un panorama sobre los conceptos de monodromia que aparecen en topología algebraica y geometría aritmética. Empezaremos con el caso topológico clásico y una analogía para espacios estratificados en el sentido de Goresky-MacPherson. Finalmente mencionaremos algunos de los conceptos de monodromia que aparecen en Geometría Aritmética.

---

## **Emparejamientos de Morse mediante intervalos**

TEGC-12

Jesús Francisco Espinoza Fierro

Departamento de Matemáticas, Universidad de Sonora

Describiré un algoritmo que permite seleccionar una subcolección de elementos en una estructura simplicial, para contruir a partir de estos un complejo de cadenas con el mismo tipo de homotopía que el complejo de cadenas simpliciales. Presentaré una comparación de los tiempos cálculo con respecto a otros algoritmos. Este es un trabajo en colaboración con el M.C. Daniel Mora de la Cruz.

---

## Taller en Aprendizaje Automático

El taller en Aprendizaje Automático tiene como fin generar un punto de encuentro de estudiantes, profesores y egresados de la Licenciatura en Ciencias de la Computación para discutir y presentar temas sobre aprendizaje automático, así como la problemática local para su desarrollo en el mercado laboral.

### Comité organizador:

Julio Weissman Vilanova  
 Olivia Carolina Gutú Ocampo  
 Juan Pablo Soto Barrera  
 Adrián Vázquez Osorio

	Lunes 5	Martes 6	Miércoles 7	Jueves 8	Viernes 9
<b>08:00-10:00</b>		C8	C8	C8	C8
<b>10:00-12:00</b>	C9	C9	C7	C7	C7
<b>12:00-12:30</b>					
<b>12:30-13:30</b>	Plenaria	Conferencias por invitación			
<b>13:30-16:00</b>	Receso				
<b>16:00-17:00</b>	C9	TAA-01	TAA-04	TAA-07	Plenaria
<b>17:00-18:00</b>		TAA-02 TAA-03			
<b>18:00-19:00</b>		Plenarias			Mesa redonda
<b>19:00-19:30</b>					

Las sesiones de los días martes a jueves por la tarde del Taller en Aprendizaje Automático se realizarán en la Sala de Videoconferencias del Departamento de Matemáticas, Edificio 3K3, planta baja. Los cursos se realizarán en los laboratorios L203 y L202 del edificio 3K-4.

### Conferencia inaugural: “Bioinformática en beneficio de la salud y producción agroalimentaria”

TAA-01

Rafael Villa Angulo  
 Instituto de Ingeniería – UABC

El objetivo de la conferencia es mostrar un panorama general de los beneficios de la bioinformática y la tecnología genómica, aplicadas a la salud y mejora de la producción agroalimentaria. Se hará una introducción a la bioinformática, se mostrarán las tecnologías de secuenciación y genotipificación de genomas, así como las técnicas y herramientas bioinformáticas para caracterizar la estructura genética y hacer asociación de genes con enfermedades y características productivas. Se presentarán los avances en la caracterización genética del ganado bovino de Baja California, así como resultados de estudios de asociación de genes con algunas de las enfermedades típicas de la región y con algunas características de conformación del ganado lechero, así como de algunas características andrológicas del ganado de engorda de Baja California. Se finalizará presentado un avance en la implementación de Selección Genómica para mejora genética en un proyecto piloto en el valle de Mexicali, B.C. Todo lo anterior enfatizando la importancia de la Bioinformática, su potencial y proyección como una disciplina clave para el progreso de los estados de Sonora y Baja California.

<b>Adaptación difusa de parámetros en el algoritmo del ciclo del agua</b> Eduardo Méndez	TAA-02
<b>Redes neuronales diseñadas genéticamente para minería de opiniones</b> Ramón Soto	TAA-03
<b>Reconocimiento de Pokemones en imágenes usando redes neuronales convolucionales</b> Erick Gutiérrez	TAA-04
<b>Generación automática de textos en español utilizando redes neuronales recursivas</b> Alexis Martínez	TAA-05
<b>Desarrollo de un juego de ajedrez computacional</b> Francisco Enrique Córdova	TAA-06
<b>¿Machine Learning o Machine Teaching? ¿Desarrollo de métodos de aprendizaje automático o desarrollo de productos con aprendizaje automático?</b> Julio Weissman Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora	TAA-07
<b>El mercado laboral para aprendizaje automático en Sonora: experiencias personales.</b> Eduardo Acuña	TAA-08
<b>Sesión de discusión: “Formación en aprendizaje automático y el mercado laboral local”</b> Moderadora: Olivia Gutú, participantes: Eduardo Acuña y Julio Weissman	TAA-09

C7 **Curso “Métodos híbridos de Data Mining para la detección de outliers en Bases de Datos”**

Horacio Daniel Kuna  
Universidad Nacional de Misiones

En este curso se pretende que los participantes conozcan las bases, así como la aplicación de diferentes métodos híbridos basados en técnicas de minería de datos para la detección de datos corruptos en una base de datos.

---

C8 **Curso “Introducción a la bioinformática y sus aplicaciones”**

Rafael Villa Angulo  
Instituto de Ingeniería - UABC

El curso se espera que el participante se familiarice con el concepto de Bioinformática explorando algoritmos y herramientas computacionales prácticas, implementadas para la solución de problemas reales.

---

C9 **Curso “Desarrollo de software ágil con SCRUM”**

Juan Pablo Soto Barrera, Adrián Vázquez Osorio  
Departamento de Matemáticas de la Universidad de Sonora

El objetivo del curso es mostrar el marco de trabajo de SCRUM, el cual se basa en los principios ágiles. Para esto, se cubrirán los conceptos básicos de Scrum y se proporcionará el material necesario para la implementación de la metodología. El curso tiene una duración de 15 horas (9 presenciales y 6 virtuales) en las que se revisan los conceptos de filosofía Ágil, orígenes y definición de SCRUM los roles y funciones (scrum master, scrum team, scrum product owner), actividades de Scrum, artefactos e implementación.

---

## 9° Taller de Sistemas Dinámicos y Control

### Objetivo General del evento

Propiciar la discusión de ideas entre colegas de la región y el país, en problemas relacionados con los Sistemas Dinámicos deterministas, con énfasis en la Teoría de Control.

### Objetivos Específicos

- Fortalecer el Cuerpo Académico de Sistemas Dinámicos y Control.
- Promover la formación y participación de estudiantes de la licenciatura y posgrado en Matemáticas en el área de los Sistemas Dinámicos y Control.
- Fomentar la colaboración académica con colegas de otras instituciones del país y el extranjero.
- Establecer nuevas líneas de investigación en el Cuerpo Académico.
- Propiciar acciones de colaboración entre las instituciones de los colegas participantes.

### Comité Organizador:

Francisco Armando Carrillo Navarro

Horacio Leyva Castellanos

Daniel Olmos Liceaga

Fernando Verduzco González

### Actividades Académicas

El taller consiste en charlas por invitación, tanto de colegas, como de estudiantes de posgrado. Los horarios de las charlas se distribuyen como se muestra en la siguiente tabla:

HORA	JUEVES 8	VIERNES 9
<b>08:50 – 09:00</b>	<b>Palabras de bienvenida</b>	
<b>09:00 – 09:40</b>	<b>TSDC-01</b>	<b>TSDC-11</b>
<b>09:40 – 10:20</b>	<b>TSDC-02</b>	<b>TSDC-12</b>
<b>10:20 – 11:00</b>	<b>TSDC-03</b>	<b>TSDC-13</b>
<b>11:00 – 11:20</b>	R E C E S O	
<b>11:20 – 12:00</b>	<b>TSDC-04</b>	<b>TSDC-14</b>
<b>12:00 – 12:40</b>	<b>TSDC-05</b>	<b>TSDC-15</b>
<b>12:40 – 13:20</b>	<b>TSDC-06</b>	<b>TSDC-16</b>
<b>13:20 – 14:00</b>	<b>TSDC-07</b>	<b>TSDC-17</b>
<b>17:00 – 17:40</b>	<b>TSDC-08</b>	
<b>17:40 – 18:20</b>	<b>TSDC-09</b>	
<b>18:20 – 19:00</b>	<b>TSDC-10</b>	

El taller se llevará a cabo los días 8 y 9 de marzo, en la Sala de Usos Múltiples de la Biblioteca de la DCEN. Edificio 3K1, Tercer piso.

TSDC-01

## **Sobre la bifurcación Bogdanov-Takens degenerada**

Fernando Verduzco González

Universidad de Sonora

La bifurcación Bogdanov-Takens es la bifurcación de codimensión dos más estudiada. Se presenta en equilibrios de campo vectoriales cuya linealización posee un valor propio cero, cuya multiplicidad algebraica es dos y multiplicidad geométrica es uno (caso no-semisimple). Para el caso genérico, el diagrama de bifurcación está completamente entendido, existiendo tres curvas de bifurcación: silla-nodo, Hopf y homoclínica. Cuando se rompen las condiciones genéricas, aparecen distintos escenarios no genéricos, de codimensiones dos y tres. En esta charla estudiamos una familia  $m$ -parametrizada de campos vectoriales  $n$ -dimensionales, que poseen una variedad central bidimensional en cuya dinámica ocurre la bifurcación Bogdanov-Takens. Determinamos condiciones suficientes sobre la familia de campos vectoriales para la ocurrencia de los distintos escenarios no genéricos.

---

TSDC-02

## **Problemas abiertos acerca de conjuntos de polinomios Hurwitz**

Baltazar Aguirre Hernández

Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa

Un polinomio es Hurwitz si todas sus raíces tienen parte real negativa. Sin embargo, cuando estudiamos la estabilidad de un fenómeno físico, químico, etcetera, necesitamos considerar incertidumbre en los parámetros que aparecen en el modelo; esto nos lleva al estudio de la estabilidad de una familia de sistemas, lo que implica investigar si un conjunto de polinomios son Hurwitz o no. En esta conferencia exponemos varias preguntas que pueden ser consideradas problemas abiertos acerca de conjuntos de polinomios Hurwitz.

---

TSDC-03

## **Bifurcaciones generadas por puntos de tangencia en sistemas cuadráticos con frontera**

Jocelyn Anaid Castro Echeverría

Estudiante de Posgrado

Universidad de Sonora

En esta charla analizamos el efecto de la colisión entre dos puntos de tangencia en la dinámica de sistemas cuadráticos en el plano con frontera. Primero damos condiciones suficientes y necesarias para la existencia de puntos de tangencia. Enseguida encontramos una forma normal para esta familia de sistemas, y finalmente, damos condiciones suficientes para la existencia de bifurcaciones estacionarias: silla-nodo, transcrítica y horquilla.

---



## **Bifurcaciones en sistemas diferenciales suaves por pedazos sin deslizamiento**

TSDC-04

Bruno Campoy Garza  
Estudiante de Posgrado  
Universidad de Sonora

En esta charla estudiamos sistemas lineales por pedazos en el plano, con una recta de conmutación, los cuales no poseen deslizamiento. Daremos algunos escenarios en los cuales se ha demostrado que estos sistemas poseen un único ciclo límite de cruce. Presentamos una conjetura para la existencia de un ciclo límite de cruce en el caso conocido como pseudo-silla.

---

## **Ciclos límite de cruce en sistemas lineales tridimensionales por pedazos. Un caso de estudio**

TSDC-05

José Manuel Islas Hernández  
Estudiante de Posgrado  
UAM-UNISON

Dada una familia de sistemas lineales por pedazos, con un plano de conmutación, la cual no posee puntos de doble tangencia, investigamos bajo qué condiciones es posible asegurar la existencia de un ciclo límite de cruce.

---

## **Estabilidad de Sistemas Discretos Fraccionales en el Plano**

TSDC-06

Jorge Antonio López Rentería  
Instituto Tecnológico de Tijuana

En este trabajo se utiliza la ecuación en diferencias  $\Delta^n x_k$  y se generaliza al caso fraccional de la forma  $\Delta^\alpha x_k$  para obtener una expresión más sencilla del sistema fraccional en el plano

$$\Delta^\alpha x_{k+1} = Ax_k,$$

para  $0 < \alpha < 2$ , del cual se presentarán condiciones de estabilidad en términos de la ecuación característica.

---

## **Cálculo Fraccional Discreto**

TSDC-07

Alberto Domínguez Corella  
Estudiante de Posgrado  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N.

La teoría del cálculo fraccional ha sido tópico de alto interés en años recientes, además de estar de moda en muchas de las áreas de la ciencia e ingeniería. En esta charla se dará una introducción al tema junto con una aplicación.

---

TSDC-08

## Ondas en espiral, simetrías y center-bundles

Joaquín Delgado Fernández

Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa

En un trabajo clásico, Barkley y Kevekekidis, motivado por soluciones en espiral obtenidas por Winfree en el sistema de Fitzhugh-Nagumo, los autores proponen un sistema de EDOs que describen la posición y velocidad de la punta de la espiral. Las ondas en espiral son importantes en la descripción de arritmias en el corazón y en general en sistemas excitables. El sistema de B&K es un sistema mínimo que admite la simetría  $E(2)$  del grupo euclideo. Con este modelo B&K logran reproducir cualitativamente los resultados numéricos de Winfree. En una serie de trabajos de Krupa, Wulff y Golubtisky entre otros formalizan esta construcción introduciendo el concepto de haz central (center-bundle) como un método de reducción con simetrías. Presentamos un panorama de las ideas principales sobre simetría  $E(2)$  de sistemas de Reacción-difusión, teoría de bifurcación equivariante y la reducción por el haz-central.

---

TSDC-09

## Ecuación de Zakharov-Kusnestov (ZK)

Alejandro Orozco Casillas

Estudiante de Posgrado

Universidad de Sonora

En esta plática presentaremos la ecuación de Zakharov-Kusnestov, la cual se puede escribir en la forma

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \Delta \frac{\partial u}{\partial x} + c \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial x} = f,$$

donde  $c > 0$  es la velocidad del sonido. Esta ecuación describe la propagación de ondas sónicas en un plasma sometidas a un campo magnético dirigido a lo largo del eje  $x$ . Cuando  $u$  depende solo de  $x$  y de  $t$ , la ecuación ZK se reduce a la muy conocida ecuación de Korteweg-de Vries. Recientemente la ecuación ZK ha llamado mucho la atención, no solo por estar cercanamente relacionada con los fenómenos físicos sino también porque abre la puerta a explorar problemas más generales que son parcialmente hiperbólicos. El objetivo de esta investigación es construir soluciones numéricas y asintóticas de tipo solitón para dicha ecuación.

---

TSDC-10

## Esquema numérico para la ecuación Camassa-Holm

Jesús Noyola Rodríguez

Estudiante de Posgrado

Universidad de Sonora

En la Dinámica de Fluidos la ecuación de Camassa-Holm es una ecuación diferencial parcial no lineal integrable que modela propagación de ondas en una dirección en medios de poca profundidad. Para dicha ecuación hay resultados que describen ondas viajeras como Solitones y Pikones. En este trabajo se realiza un análisis más general de los parámetros de la ecuación para probar la existencia de soluciones de ondas, y se crea un esquema numérico estable con el cual se presenta un número de simulaciones, en particular, para Solitones.

---

## Ondas de Invasión: Entendiendo Colonización y Guerras de Hormigas

TSDC-11

Daniel Olmos Liceaga  
Universidad de Sonora

En algunos ecosistemas, la invasión de especies puede llevar al desplazamiento o a la extinción de especies locales, o al enfrentamiento entre especies invasoras. Aunque la invasión de especies puede tener un efecto negativo como el caso de la Hormiga Argentina (*Linepithema humile*) al acabar con especies de hormigas locales, también puede considerarse como algo benéfico al intentar controlar especies que defolían los árboles de los cuales se alimentan, como el caso de las polillas de coníferas (*Zeiraphera Improbana*) o las orugas (*Epirrita Autumbata*) de los abedules. Asimismo, en las guerras entre diferentes colonias de hormigas (entre la misma o diferente especie), es importante aplicar estrategias apropiadas para mantener controlados los niveles de ciertas hormigas que pueden resultar un problema para otras poblaciones incluidas la humana. En esta plática, presentamos un modelo genérico de invasión de hormigas. En base a ello, realizamos estudios numéricos de dos especies invasivas de hormigas donde una de las especies juega el papel de predadora y la otra juega el papel de presa. En base a ello, mediante ecuaciones de reacción-difusión el proceso de invasión y re invasión de especies a un hábitat, donde el proceso de reinvasión de la especie presa presenta una estructura de onda en espiral, buscamos condiciones bajo las cuales se puedan eliminar las ondas de re-invasión para evitar futuras colonizaciones.

---

## En busca de factores que propician la propagación del Zika

TSDC-12

David Baca Carrasco  
Instituto Tecnológico de Sonora

Desde el primer brote importante reportado en la isla de Yap en el año 2007, la propagación del virus del Zika ha alertado a la comunidad científica mundial. Zika es un arbovirus transmitido por mosquitos de la especie *Aedes*; particularmente en América Central y América del Sur, el principal vector es el mismo mosquito que transmite el virus del Dengue y del Chikungunya, *Aedes aegypti*. Tratando de entender la dinámica de propagación Zika, en este trabajo se presentan tres modelos matemáticos, en los que, además de considerar la transmisión vectorial del virus, se consideran y analizan también la transmisión del virus por contacto sexual y el factor de migración. Análisis numérico de estos modelos nos permiten tener una visión clara de los efectos de la transmisión sexual y migración en la propagación del virus, además de proporcionar información sobre qué esperar de la enfermedad en el futuro.

---

## Un modelo estocástico para la reconstrucción de masa ósea

TSDC-13

Saúl Díaz Infante Velasco  
CONACyT-Universidad de Sonora

En este trabajo modelamos la dinámica poblacional de osteoblastos-osteoclastos con fluctuaciones ambientales. Para estudiar las variaciones aleatorias del proceso de reconstrucción ósea, formulamos un modelo estocástico que describe las interacciones entre estas dos poblaciones. Probamos la existencia de solución única y positiva. Concluimos mostrando el efecto del ruido con evidencia numérica.

---

TSDC-14

## **Análisis matemático de la diabetes tipo 2**

Griselda Quiroz Compeán  
Universidad Autónoma de Nuevo León

El modelado matemático de la diabetes tipo 2 representa un reto debido a las múltiples causas que pueden dar lugar a esta enfermedad, así como al cambio en el metabolismo del paciente como consecuencia de la progresión de la enfermedad y de los tratamientos recomendados. En esta charla vamos a revisar las aproximaciones actuales en modelado matemático, así como los esfuerzos que se están haciendo para desarrollar terapias automatizadas para su tratamiento.

---

TSDC-15

## **Problemas de estabilidad en sistemas positivos**

Horacio Leyva Castellanos  
Universidad de Sonora

Partiendo de resultados conocidos para sistemas positivos, describo una familia de problemas de estabilidad; como la existencia de puntos de equilibrio positivos, equilibrios estables y la rapidez de convergencia de las soluciones. Presento un par de aplicaciones para ejemplificar los problemas mencionados.

---

TSDC-16

## **Generalidad del control acotado de amortiguamiento para la estabilización de sistemas**

Julio Solís Daun  
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

En esta charla mostraremos la generalidad del control acotado de amortiguamiento (damping) para la estabilización asintótica global (GAS) de sistemas no-lineales afines con cotas en los controles (dadas por conjuntos de valores de control compactos (convexos)  $U$  con  $0 \in \text{int}(U)$ ). Aquí, por “generalidad” se entiende en el sentido de que “para casi cualquiera” de tales sistemas, si es posible su GAS mediante un control continuo acotado, entonces también admite un control acotado de amortiguamiento. Para este fin, trabajamos dentro del marco de la teoría de las funciones de Lyapunov de control (CLF). Primero, recordamos que el problema de CLF-estabilización es soluble si existe un control óptimo. Sin embargo, como tal control es singular, un planteamiento tipo-salida para la teoría de las CLF nos permite rediseñarlo. Entonces, suponiendo que cierta conjetura es verdadera, obtenemos una prueba constructiva del resultado principal, y proponemos una fórmula explícita de controles acotados de amortiguamiento para la GAS de “cualquier” sistema afín. Finalmente, damos un ejemplo para mostrar la efectividad del método propuesto.

---

Joaquín Álvarez Gallegos

CICESE

Es conocido que los sistemas en tiempo discreto, incluso de primer orden, pueden producir oscilaciones periódicas o caóticas. Existen algunas técnicas para generar este comportamiento en este tipo de sistemas mediante una retroalimentación adecuada del estado. Por otra parte, un sistema en tiempo continuo, autónomo, descrito por una ecuación diferencial ordinaria de primero o segundo orden, no tiene soluciones caóticas. No obstante, el uso de funciones de retroalimentación del estado retardado en tiempo permite generar oscilaciones complejas. Se han obtenido condiciones formales para, utilizando este tipo de retroalimentación, generar oscilaciones periódicas o bifurcaciones de duplicación de periodo, incluso para sistemas de primer orden. Sin embargo, la obtención de comportamiento caótico utilizando retardos para sistemas de baja dimensión permanece como un problema abierto. Para ello se han propuesto algunos procedimientos basados en simulaciones numéricas, resultados experimentales o para sistemas muy particulares. En esta plática se expondrán algunas técnicas que utilizan la idea anterior para generar un comportamiento oscilatorio, periódico o caótico, en sistemas continuos de primero y segundo orden, incluyendo un método sistemático que utiliza la propiedad de semipasividad. Se presentarán también varios ejemplos numéricos y la aplicación de esta metodología.

---