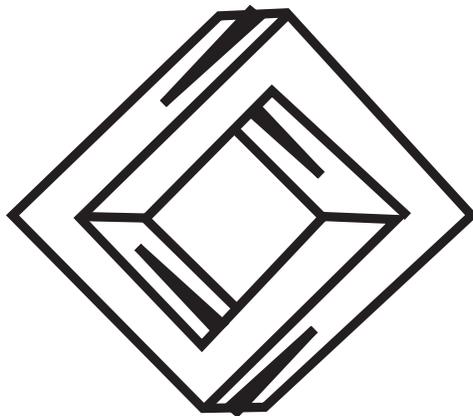


# XLIX Congreso Nacional Sociedad Matemática Mexicana



Universidad Autónoma de Aguascalientes

Aguascalientes, Ags.  
Octubre 23 – 28, 2016

Proyecto Apoyado por CONACYT.



---

# Contenido

---

<b>Bienvenida</b>	<b>vi</b>
<b>Comités y Coordinadores</b>	<b>vii</b>
1 Comité Organizador Central . . . . .	vii
2 Comité Organizador Local . . . . .	vii
3 Coordinadores . . . . .	viii
4 Actividades de Interés General . . . . .	x
<b>Tablas de Horarios</b>	<b>1</b>
<b>Plenarios</b>	<b>3</b>
<b>Semblanzas</b>	<b>3</b>
Graciela María de los Dolores González Farías . . . . .	3
Luis Alberto Briseño Aguirre . . . . .	3
José Antonio Vallejo Rodríguez . . . . .	3
Rita Jiménez Rolland . . . . .	3
Enrique de Alba Guerra . . . . .	4
Miguel Ángel Pizaña López . . . . .	4
Martha Takane . . . . .	5
Mónica Moreno Rocha . . . . .	5
Jacob Mostovoy . . . . .	5
<b>Horario y Resúmenes</b>	<b>6</b>
<b>Áreas</b>	<b>9</b>
Álgebra . . . . .	9
Análisis . . . . .	15
Análisis Numérico y Optimización . . . . .	23
Biomatemáticas . . . . .	29
Computación Matemática . . . . .	36
Ecuaciones Diferenciales . . . . .	42
Estadística . . . . .	50
Física Matemática . . . . .	57
Geometría Algebraica . . . . .	61
Geometría Diferencial . . . . .	67
Historia . . . . .	72
Lógica y Fundamentos . . . . .	76
Matemáticas Discretas . . . . .	81
Matemática Educativa . . . . .	87
Matemáticas e Ingeniería . . . . .	100
Matemáticas en la Economía y Finanzas . . . . .	105
Probabilidad . . . . .	114
Problemas Inversos . . . . .	119
Sistemas Dinámicos . . . . .	122
Teoría de Números . . . . .	128

---

Topología Algebraica . . . . .	132
Topología General . . . . .	136

**Sesiones Especiales 143**

Modelos Matemáticos y Simulación de Aguas Someras . . . . .	143
30 años de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas . . . . .	147
Las Matemáticas de la Ciencia de Datos . . . . .	149
Consejo Nacional de Instituciones de Matemáticas, CONIM . . . . .	151
De Joven a Joven . . . . .	152
Dinámica No Lineal y Sistemas Complejos . . . . .	154
Estadística Social . . . . .	156
La SMM en el Bachillerato . . . . .	159
Matemáticas Industriales . . . . .	161
Miscelánea Matemática . . . . .	163
Presentación de Libros . . . . .	165
Profesionistas Matemáticos en la Industria Mexicana . . . . .	168
“Sam” : Huella diáfana de un matemático . . . . .	171
Taller Mixto de Género y Matemáticas . . . . .	173
Docencia . . . . .	174
Carteles . . . . .	181
Lineamientos para las Memorias de las Soc. Mat. Mexicana 2017 . . . . .	209

## BIENVENIDOS A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES

Por conducto de los universitarios miembros del Comité Organizador Local, la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) tiene el beneplácito de dar la bienvenida a los estudiantes, profesores, investigadores y público en general, interesados en una de las ciencias más importantes para el desarrollo de nuestro País. En esta ocasión, el Departamento de Matemáticas y Física y el Departamento de Estadística han conjuntado esfuerzos con la finalidad de ser sede del XLIX Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana (SMM).

Por segunda ocasión, el Estado de Aguascalientes y la UAA organizan el evento académico más importante en el área de las matemáticas a nivel nacional, al igual que hace casi 20 años, cuando fuimos sede de su XXX edición. Desde entonces, la comunidad matemática de nuestra institución ha crecido en diferentes aspectos. La Licenciatura en Matemáticas Aplicadas se ha consolidado después de 32 años de su creación. Además, han surgido nuevos programas relacionados con la aplicación de las matemáticas, tales como la carrera de Ingeniero Industrial Estadístico y la Maestría en Ciencias con opciones a la Computación y Matemáticas Aplicadas. En el rubro de investigación, una renovada y entusiasta planta de profesores investigadores ha surgido en nuestra universidad, la cual se distingue por su dinamismo y esfuerzo constante para realizar labores de investigación de alta calidad.

Esto ha motivado a nuestra comunidad, profesores y alumnos, a colaborar con la organización del Congreso de este año, con el fin de participar de manera destacada en la difusión de las matemáticas. En conjunto con el Comité Organizador Central nos hemos propuesto proporcionar las mejores condiciones a nuestro alcance para que los participantes de este magno evento cuenten con un ambiente propicio para el intercambio de ideas y el aprendizaje. Esperamos se sientan en casa y aprovechen al máximo todas las actividades académicas, culturales y sociales que hemos preparado para Ustedes.

Finalmente, esperamos que disfruten su estancia en el Estado de la *Bona Terra, Bona Gens, Aqua Clara, Clarum Coelum*.

*Atentamente*

*Comité Organizador Local*

*XLIX Congreso Nacional de la SMM 2016*

---

# Comités y Coordinadores

---

## 1 Comité Organizador Central

<b>Coordinadora General</b>	Brenda Tapia Santos
<b>Coordinador Académico</b>	Adolfo Sánchez Valenzuela
<b>Coordinador de Áreas</b>	José Ferrán Valdez Lorenzo
<b>Coordinador de Sesiones Especiales</b>	Rubén Alejandro Martínez Avendaño
<b>Coordinadora del Comité Organizador Central</b>	Sandra Elizabeth Delgadillo Alemán
<b>Coordinadora de Apoyos a Estudiantes</b>	Olivia Carolina Gutú Campos
<b>Coordinadores de Plenarias</b>	Martha Gabriela Araujo Pardo
<b>Coordinadores de Supervisión Local</b>	Rogelio Salinas Gutiérrez
	Rosa María Dávalos Hernández
<b>Coordinador de Docencia</b>	Ana Lilia Rodríguez Medina

## 2 Comité Organizador Local

<b>Coordinadora General</b>	Sandra Elizabeth Delgadillo Alemán
<b>Secretario del Comité Local</b>	Fernando Cortés Escalante
<b>Coordinador in Situ</b>	Rogelio Salinas Gutiérrez
<b>Coordinación de Apoyo Logístico</b>	Responsable IIE: Silvia Rodríguez Narciso
	Responsable LMA: Fausto Arturo Contreras Rosales
	Apoyo: J. Jesús Ovalle Palacios
<b>Alumnos</b>	Mónica del Rocío García
	Jorge Bernardo Hernández Villalobos
<b>Coordinación de Servicios e Infraestructura</b>	José Antonio Medina Hernández
<b>Coordinación de Suministro y Resguardo de Equipo</b>	Roberto Alejandro Kú Carrillo
	Apoyo: Crescencio Salvador Medina Rivera
<b>Coordinador de Sesiones Especiales</b>	Manuel Ramírez Aranda
<b>Coordinación de Eventos Especiales</b>	Angélica Hernández Quintero
<b>Coordinadores de Señalización</b>	José Villa Morales
	Ma. del Carmen Montoya Landeros
<b>Coordinador de Actividades Culturales</b>	Jorge Eduardo Macías Díaz
<b>Coordinador de Patrocinios y Convenios</b>	Netzahualcóyotl Castañeda Leyva
<b>Coordinación de Difusión</b>	Jesús Alberto Medina Rivera
	Apoyo: Julio César Macías Ponce

## 3 Coordinadores

## Área

<b>Álgebra</b>	Nadia Romero Romero
<b>Análisis</b>	María de los Ángeles Sandoval Romero
<b>Análisis Numérico y Optimización</b>	Silvia Jérez Galiano
<b>Biomatemáticas</b>	Mayra Nuñez López
<b>Computación Matemática</b>	Claudia Elvira Esteves Jaramillo Johan J. Van Horebeek
<b>Ecuaciones Diferenciales</b>	Rubén Flores Espinoza
<b>Estadística</b>	Lili Guadarrama Bustos Leticia Ramírez Ramírez
<b>Física Matemática</b>	Tatjana Vukasinac J.
<b>Geometría Algebraica</b>	Claudia Reynoso Alcántara
<b>Geometría Diferencial</b>	Andrés Pedroza
<b>Historia</b>	Alejandro R. Garciadiego
<b>Lógica y Fundamentos</b>	David Meza Alcántara
<b>Matemáticas Discretas</b>	Rafael Villarroel Flores
<b>Matemática Educativa</b>	Silvia Elena Ibarra Olmos
<b>Matemáticas e Ingeniería</b>	Jonathan Montalvo Urquizo
<b>Matemáticas en las Finanzas y la Economía</b>	Gilberto Calvillo Vives
<b>Probabilidad</b>	María Asunción Begoña Fernández
<b>Problemas Inversos</b>	J. Héctor Morales Bárcenas
<b>Sistemas Dinámicos</b>	Cecilia González Tokman Gamaliel Blé González
<b>Teoría de Números</b>	Felipe de Jesús Zaldívar Cruz
<b>Topología Algebraica</b>	Rita Jiménez Rolland José María Cantarero
<b>Topología</b>	Fabiola Manjarrez Gutiérrez Enrique Ramírez Losada
<b>Docencia/Sesiones</b>	
<b>Docencia</b>	Ana Lilia Rodríguez Medina
<b>De Joven a Joven</b>	Berta Gamboa de Buen Adriana Moreno Valdez
<b>Dinámica no lineal y sistemas complejos</b>	Carlos Islas Moreno
<b>Estadística Social</b>	Virginia Abrin Batule Ernesto Cervantes López
<b>Jaime Cruz Sampedro "Sam": Huella diáfana de un matemático</b>	Lino Feliciano Resendis Ocampo
<b>La SMM en el Bachillerato</b>	Berta Gamboa de Buen Pavel Iván Ponce Aguilera
<b>Matemáticas de la Ciencia de Datos</b>	Natalia García-Colín
<b>Matemáticas Industriales</b>	Paul Ramírez de la Cruz
<b>Miscelánea Matemática</b>	Ana Meda Guardiola
<b>Modelos Matemáticos y Simulación de Aguas Someras</b>	Justino Alavez Ramírez
<b>Presentación de Libros</b>	Mario Pineda Ruelas
<b>Profesionistas Matemáticos en la Industria Mexicana</b>	Giovana Ortigoza Álvarez Evelia Reséndiz Balderas
<b>Taller mixto de género y Matemáticas</b>	Martha Gabriela Araujo Pardo
<b>III Encuentro del Comité Nacional de Instituciones de Matemáticas</b>	Francisco Javier Cepeda Flores
<b>30 años de la Olimpiada Matemática Mexicana</b>	Rita Vázquez
<b>Carteles</b>	José Ferrán Valdez Lorenzo
<b>Matemáticas recreativas y Matemáticas en la calle</b>	Alejandra Adame Esparza

## Abreviaturas:

### Modalidad

---

CAR	Cartel
CDV	Conferencia de Divulgación y Vinculación
CPI	Conferencia Panorámica de Investigación
CI	Conferencia de Investigación
CC	Curso Corto
RI	Reporte de Investigación
RT	Reporte de Tesis
TA	Taller

Nota: los nombres en **negritas** son invitados

---

## 4 Actividades de Interés General

### Conferencia Especial de Miscelánea Matemática

**Viajes en el tiempo: ¿son posibles?**

**José Antonio de la Peña, CIMAT**

Martes

10:00 – 11:00 hrs.

Edificio 221, Aula Isóptica 4

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

### Carteles

**Coordinador:** José Ferrán Valdez Lorenzo

Edificio 221, Vestíbulo

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Martes a Jueves

9:00 -- 14:00 hrs.

### Otras Actividades

#### Matemáticas Recreativas

“Museo Interactivo e Itinerante de Matemáticas en Zacatecas (MIIMAZ)”

**Coordinadora:** Alejandra Adame Esparza

Edificio 222 (Planta Baja)

Aula de Convenios

Jueves 27 de octubre de 2016

9:00 – 17:30

#### Matemáticas en la Calle

**Coordinadora:** Alejandra Adame Esparza

Actividades en diferentes plazas públicas de la Ciudad de Aguascalientes

Se presentan los grupos de divulgación: Matemorfofis (CIMAT) y DIMATE (Universidad Veracruzana)

---

---

# Tablas de Horarios

---

# Tablas de Horarios Área Investigación

# Plenarios

## Semblanzas

### Graciela María de los Dolores González Farías

Es Licenciada en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL); obtuvo la Maestría en Estadística Experimental en el Colegio de Postgraduados y el Doctorado en Estadística en la Universidad Estatal de Carolina del Norte. Sus áreas de especialidad en materia de investigación van desde lo básico hasta lo aplicado: series de tiempo y raíces unitarias, distribuciones normales sesgadas y análisis multivariado, por mencionar algunas. Además de sus actividades de investigación —que la ubican en el nivel III del SNI— Graciela ha realizado un importante y notorio trabajo en la interfase academia-industria con una extensa experiencia en la aplicación de la matemática para atender y resolver problemas empresariales e industriales. Este ‘expertise’ la ha llevado a ser la Directora de Servicios Tecnológicos del CIMAT. Graciela es también una docente muy comprometida; no solo participa activamente en la formación de recursos humanos impartiendo cursos y dirigiendo tesis, sino que ha jugado un papel central en la estructuración de diversos programas de posgrado; por ejemplo, el programa de posgrado en Estadística Oficial desarrollado bajo una colaboración CIMAT-INEGI y el posgrado en Cómputo Estadístico radicado en la Unidad Monterrey del CIMAT. Algunas características que la distinguen son su inteligencia, su organización y su voluntad de tener un impacto positivo en la sociedad a través de iniciativas que ha emprendido con convicción, compromiso y determinación. En su “tiempo libre” ha sido Presidenta de la Asociación Mexicana de Estadística, Miembro del Consejo de la Sociedad Internacional de Estadística Industrial y de Negocios (ISBIS) y también es miembro electo del ISI desde 2005. Además de tener un finísimo sentido del humor es la orgullosa madre de dos hijas y abuela de dos nietos —familia que comparte con el gran esposo que siempre hay detrás de una gran mujer.

### Luis Alberto Briseño Aguirre

De la larga trayectoria académica de Luis destacamos sus años como estudiante en la Facultad de Ciencias de la UNAM, sus años como profesor de la Universidad Veracruzana y muy especialmente sus 38 años como profesor en la Facultad de Ciencias de la UNAM. A lo largo de los años, Luis desarrolla una amplia gama de actividades en diversas áreas. Entre algunos de sus principales intereses está el estudio de la probabilidad y del análisis, pero también —y muy destacadamente— desarrollo un profundo interés por la problemática de la enseñanza de las matemáticas a todos los niveles. Como botón de ejemplo, conviene mencionar su coautoría de varias series de libros de texto a nivel secundaria, su entusiasta participación impartiendo cursos a profesores de secundaria y bachillerato, así como su importante papel en los concursos de las Olimpiadas de Matemáticas. En épocas recientes, fue también coautor un libro de texto enfocado al tema de “sucesiones” enfocado a apoyar los cursos de cálculo. Hay un gran consenso entre sus ex alumnos sobre lo afortunado que resultó haber llevado los primeros cursos de geometría analítica o de cálculo en la Facultad de Ciencias de la UNAM teniéndole a él como profesor a cargo del curso. Ha sido un docente ejemplar y muy comprometido con la misión de enseñar con calidad y sobre todo, esmerado por enseñar a sus alumnos a pensar y a estructurar su pensamiento matemático.

### José Antonio Vallejo Rodríguez

José Antonio es Profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) desde el año 2006. En 1998 obtuvo separadamente los grados de licenciado en física y de licenciado en matemáticas por la Universidad de Valencia. Allí mismo realiza estudios de posgrado en matemáticas, de donde se gradúa como doctor en matemáticas en 2003 con una tesis supervisada por el Profesor Juan Monterde sobre las aplicaciones a la física de algunas estructuras geométricas en supervariedades. Durante la última etapa de sus estudios de doctorado realiza una estancia académica en el CIMAT y después de haber laborado como profesor asociado alternadamente en la UASLP y en la Universidad Politécnica de Cataluña entre 2003 y 2006, finalmente se queda en la UASLP. Sus líneas de interés se centran en las aplicaciones de la geometría y de la topología a la física moderna; especialmente se ha concentrado en explorar y explotar las aplicaciones de la teoría de supervariedades a la teoría de campos y la física de altas energías. José Antonio es también un profesor apasionado y muy entusiasta. Ha sido vanguardista en el desarrollo de software y empleo de software libre para apoyar su trabajo docente. José Antonio ha sido responsable de conseguir financiamiento para muy diversos proyectos realizados en la UASLP y ha sido organizador de diferentes encuentros y congresos no solamente enfocados hacia sus áreas de especialidad. Por último, no sobra decir que es un ‘rock-and-roller’ de corazón y cuando se pueda, hay que pedirle un solo de guitarra eléctrica.

### Rita Jiménez Rolland

Rita Jiménez comenzó su trayectoria académica como estudiante del programa de Licenciatura en Matemáticas aplicadas en la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Realizó sus estudios de maestría en el CINVESTAV, destacándose de manera muy rápida

en temas caracterizados por la interacción de topología algebraica y estabilidad Homológica. Su tesis de maestría se dedicó a estudiar el teorema de estabilidad homológica de Harer-Ivanov. Durante el doctorado, estableció contacto con los grupos de Geometría y Topología de la Universidad de Chicago. Se doctoró en 2013 bajo la supervisión de Benson Farb y Peter May, con una disertación con título "Examples of Representation Stability Phenomena".

A partir de ahí, Rita se ha convertido en una experta joven a nivel mundial del fenómeno de estabilidad por representaciones, que involucra aspectos de topología, combinatoria algebraica y teoría de representaciones del grupo simétrico.

Se incorporó a las labores académicas en el Centro de Ciencias Matemáticas en 2014 y actualmente es investigadora en la Unidad Oaxaca del IMATE de la UNAM.

La Dra. Jiménez ha ganado la distinción Sofía Kovalevskaya, es miembro del SNI y se ha involucrado activamente en la organización de distintas actividades para la interacción de la comunidad académica joven en México, incluyendo la participación en el comité organizador de la reunión "Matemáticos Mexicanos en el Mundo" en 2016 y 2018.

## Enrique de Alba Guerra

Es Actuario por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), tiene Maestría (M.S.) y Doctorado (Ph.D.), ambos en Estadística, por la University of Wisconsin-Madison; Es Profesor Emérito del ITAM, Investigador Nacional Nivel II; Fulbright Research Fellow; Adjunct Profesor, University of Waterloo, Canadá; Representante por México para Educación e Investigación ante la Asociación Internacional de Actuarios (AIA). Es miembro, por elección, del International Statistical Institute. Es Asociado de la Society of Actuaries (ASA).

Es Vicepresidente de la Junta de Gobierno del INEGI. Fue Director General de la División Académica de Actuaría, Estadística y Matemáticas del ITAM de 1987 a 2009. En 1974 fundó la Lic. en Matemáticas Aplicadas del ITAM.

Fue Miembro del Comité Técnico para el Seguimiento y Evaluación de la Redistribución Electoral del Instituto Federal Electoral (IFE), en 1997, y Asesor de los Consejeros Ciudadanos del IFE para las Elecciones Presidenciales de 1994.

Ha sido coordinador de diversos proyectos para la evaluación de programas de combate a la pobreza, como el Proyecto Piloto de Nutrición, Alimentación y Salud de Sedesol; del Programa Piloto: Canasta Básica Alimentaria para el Bienestar de la Familia, de Fidelist; de estudios para medir el impacto del Sistema Diconsa en la población de escasos recursos y para determinar criterios de ubicación de las tiendas Diconsa; de un estudio para medir los efectos sobre la pobreza del Sistema Liconsa. Ha trabajado en diversas entidades del sector público, como el Banco de México, la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, donde fue Director General del Centro de Estadística Industrial; fue Coordinador de Econometría en la Oficina de Asesores en la oficina del C. Presidente de la República (1980-1982) y fue Consultor en Estadística en el Sistema de Información para la Programación Económica y Social en la Secretaría de la Presidencia (1972-1973).

Fue asesor en GNP en temas de riesgos catastróficos (2005-2008). Ha sido Visiting Scholar, Graduate School of Business, The University of Chicago, Visiting Professor, Department of Statistics and Actuarial Science, The University of Waterloo, Canadá; Profesor Asociado en el Departamento de Estadística Aplicada, en New Mexico State University.

Es miembro de diversas sociedades profesionales. Ha ocupado puestos directivos en varias de ellas, como la presidencia del Colegio Nacional de Actuarios (CONAC), y del Instituto Interamericano de Estadística; y fue miembro de la Junta de Gobierno de la American Statistical Association.

Ha organizado numerosos congresos y seminarios nacionales e internacionales de Estadística y Actuaría.

Es autor de más de 90 publicaciones entre las cuales se cuentan 40 artículos en revistas arbitradas. Ha dirigido más de 45 tesis. Es co-editor del North American Actuarial Journal; ha sido Editor Asociado del Journal of Business and Economic Statistics y del International Journal of Forecasting.

## Miguel Ángel Pizaña López

Conocí a Miguel alrededor del año 1990, en la Facultad de Ciencias de la UNAM, cuando ambos estábamos terminando los estudios de licenciatura en matemáticas. Ya desde entonces se notaba su espíritu inquieto, pues repartía su tiempo además cursando la maestría en el CINVESTAV. Supe después que había hecho la tesis de licenciatura bajo la dirección de Leonardo Salmerón en un tema algebraico: el teorema  $paqb$  de Burnside.

Volví a encontrar a Miguel varios años después, en el 2002, durante un Coloquio de Teoría de las Gráficas, que entonces se efectuaba en Xalapa. Para entonces, él ya había obtenido el doctorado bajo la dirección de Víctor Neumann-Lara, durante el cual había demostrado la conjetura publicada previamente por Víctor: la gráfica del icosaedro es clan-divergente. También tenía ya una posición como profesor en la UAM Iztapalapa y se había ya instalado de lleno en la comunidad combinatoria. En el Coloquio, Miguel presentó el trabajo en común con Víctor y Paco Larrion, sobre condiciones que garantizan que cierto espacio topológico asociado a una gráfica es homotópico al asociado a la gráfica de clanes, las cuales generalizan un resultado debido a Erich Prisner.

Pocos años más tarde, después del repentino y lamentable fallecimiento de Víctor, me interesé en algunos problemas en teoría de grupos que daban origen a gráficas, en donde los clanes tenían significado algebraico, y posiblemente, topológico. Recordando la plática de Miguel en Xalapa, me puse en contacto con él para discutir al respecto, y después de unos pocos correos electrónicos recibí de Miguel la amable invitación de incorporarme a su grupo de trabajo junto con Paco. Nuestro primer artículo como grupo incluyó

una reformulación y una generalización del resultado que había presentado Miguel en Xalapa. A partir de entonces, nuestro grupo ha producido varios artículos de investigación sobre el operador de clanes en gráficas y temas relacionados.

Es un gusto enorme ser un coautor de Miguel, debido al entusiasmo y capacidad que siempre muestra al atacar los problemas. Seguramente es notable la cantidad de conjeturas formuladas entre nosotros, para las cuales estábamos inocentemente buscando su demostración, pero cayeron ante un ejemplo de una gráfica que él construyó, a veces mentalmente, a veces con ayuda de la computadora.

Miguel es un trabajador minucioso y atento a los detalles. Frecuentemente hace referencia al cariño que ha de tenerse al oficio del matemático, el cual incluye necesariamente la honestidad intelectual, la responsabilidad de la exactitud de lo que se publica y el situar en un contexto adecuado y motivante los resultados publicados.

Recientemente, Miguel ha regresado a otros intereses de investigación más allá del operador de clanes, como por ejemplo, la teoría de la computación. En todos ellos, le deseo lo mejor.

## Martha Takane

Martha Takane Imay estudió la licenciatura, maestría y doctorado en Matemáticas en la UNAM, obteniendo el Premio Weizmann a la mejor tesis doctoral en Ciencias Exactas en 1992. Hizo posdoctorados en Bielefeld, Alemania y en Trondheim, Noruega. En 1994 se incorporó al Instituto de Matemáticas de la UNAM. Su investigación se ha centrado en la teoría de representaciones de álgebras, teoría de matrices y conos y más recientemente en combinatoria algebraica. Da regularmente cursos en el área de álgebra en la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde es una maestra muy querida. Es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias desde 1996 y tiene el nivel II en el SNI. Fue editora de *Aportaciones Matemáticas de la SMM* desde 1994 hasta 2005. En 2007 obtuvo el reconocimiento Sor Juana Inés de la Cruz de la UNAM.

## Mónica Moreno Rocha

Se graduó del programa de doctorado en ciencias con especialidad en matemáticas en el Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad de Boston, en Estados Unidos. Actualmente se desempeña como investigadora titular en Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT) en Guanajuato, México, donde realiza su actividad científica en el área de los sistemas dinámicos, con énfasis en el campo de la dinámica holomorfa de una variable compleja.

Sus principales líneas de investigación dentro de la dinámica holomorfa se enfocan en problemas topológicos y combinatorios asociados a espacios de parámetros y dinámicos de la iteración de funciones polinomiales, racionales, enteras y meromorfas. Sus trabajos se concentran en cuatro artículos en proceso de escritura y catorce publicaciones, éstas últimas con más de 50 citas y cuyos resultados los ha difundido en más de 70 conferencias de investigación, 10 charlas de divulgación y 8 cursos cortos, todos estos impartidos en congresos y seminarios especializados de instituciones nacionales e internacionales.

Realizó estancias postdoctorales en la Universidad de Tufts (Estados Unidos), en la Universidad Autónoma de Barcelona (España) y en el Instituto Fields (Canadá). Las instituciones donde ha realizado estancias académicas son el Instituto Coreano de Estudios Avanzados (Corea del Sur), la Universidad de Beijing (China), la Universidad de Warwick (Inglaterra) y las universidades Rovira y Virgil y de Barcelona (España). Recientemente ha sido profesor visitante de la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill, Estados Unidos.

En su labor docente, ha impartido cursos de nivel licenciatura en la Universidad Tecnológica de la Mixteca (1998); licenciatura y maestría en las universidades de Boston y Tufts (2001- 2005) y licenciatura, maestría y doctorado en CIMAT (2006 - 2016). Ha dirigido dos tesis de maestría en matemáticas y una en matemáticas aplicadas, las cuales han dado lugar a dos artículos de investigación y una mención meritoria por parte de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente dirige tres tesis de doctorado en matemáticas y una de maestría en matemáticas.

Como parte de su labor editorial, ha sido co-editora de un volumen en *Contemporary Mathematics* y ha realizado arbitrajes para más de diez revistas internacionales especializadas, entre ellas *Conformal Geometry and Dynamics*, *Proceedings of the American Mathematical Society*, *International Journal of Chaos and Bifurcation* y *Arnold Journal of Mathematics*. Además realiza reseñas para *zbMath* (antes *Zentralblatt Math*).

Entre sus pasatiempos se encuentra la astronomía, la música, la lectura y el deporte, habiendo ganado un par de torneos de tenis a nivel amateur en su estado natal de Durango. Siguiendo un consejo de H.G. Wells, no ha dejado de correr desde el año 2003.

## Jacob Mostovoy

Jacob nació en Moscú en 1970 —la entonces URSS. Estudió física en el Instituto de Física y Tecnología de Moscú, de donde obtuvo su grado de Maestro en Ciencias. En 1997, recibió su doctorado en matemáticas por la Universidad de Edimburgo, bajo la supervisión de Elmer Rees. Trabaja en México desde 1998; hasta 2008 en el Instituto de Matemáticas de la UNAM y de 2008 a la fecha en el Departamento de Matemáticas del CINVESTAV-IPN, donde actualmente desempeña —además— las funciones de Jefe del Departamento. Trabaja en topología algebraica, teoría de nudos y teoría de Lie. En colaboración con S. Duzhin y S. Chmutov,

publicó un libro sobre los invariantes de nudos. Es editor-en-jefe de la revista *Universo.math*. Es autor de alrededor de 25 artículos de investigación así como de diversos artículos de difusión. Ha sido el principal promotor y organizador de una importante serie de congresos, talleres y escuelas encaminadas a difundir importantes trabajos de actualidad en diversos temas de topología, álgebra y teoría de Lie; él mismo los llama “los congresos con mis amigos rusos”. Una gran cantidad de estudiantes y de investigadores mexicanos se han beneficiado enormemente de estos congresos, así como de las fructíferas colaboraciones y conexiones que han hecho a través de ellos.

## Horario y Resúmenes

Coordinador: Martha Gabriela Araujo Pardo  
Edificio 65, Auditorio “Dr. Pedro de Alba”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>				
9:30–10:00					
10:00–10:30		RECESO			
10:30–11:00	Graciela González Farías Plenaria				
11:00–11:30		RECESO			
11:30–12:00	TRASLADO				
12:00–12:30					
12:30–13:00					
13:00–13:30		José Antonio Vallejo Plenaria	Enrique de Alba G Plenaria	Miguel Ángel Pizaña Plenaria	Mónica Moreno Plenaria
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30			<b>TARDE LIBRE</b>	Martha Takane Plenaria	Jacob Mostovoy Plenaria
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00	Luis Briseño Aguirre Plenaria	Rita Jiménez R Plenaria			
19:00–19:30				<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Algunos aspectos históricos de la persistencia en series temporales.

Graciela González Farías e Israel Martínez (farias@cimat.mx)

Describiremos los principales resultados entre procesos estacionarios y no estacionarios sobre todo enfatizando sus usos en econometría y cómo el concepto de persistencia ha jugado un papel importantísimo en las metodologías desarrolladas para acotar sus efectos. De igual forma mencionaremos algunas de las diferencias en este concepto entre las series temporales lineales y las no lineales.

### ¿Cómo iniciar un curso de Cálculo?

Luis Briseño Aguirre (bala@ciencias.unam.mx)

¿Cómo iniciar un curso de cálculo de nivel licenciatura? Esta pregunta ha sido planteada y respondida de maneras muy diversas a lo largo de los años. Algunos cursos inician con una “revisión” de material de los cursos de matemáticas en niveles anteriores: algo de álgebra, un poco de geometría analítica y cosas así. En este sentido, se inicia con una especie de mini-curso que intenta “remediar” las deficiencias de algunos de los estudiantes que comienzan una carrera. Aunque es innegable que muchos de los estudiantes que ingresan a un curso de nivel superior no conocen o manejan con soltura una gran parte de los conocimientos matemáticos deseables en esta etapa, estamos convencidos que el tipo de matemáticas por resaltar debería ser otro. Habrá que plantear, en su momento, los aspectos mecánicos de las matemáticas, pero nos parece fundamental enfatizar otros aspectos de la actividad matemática, entendida como un actividad de reflexión, discusión, cuestionamiento y profundización del conocimiento. En particular, es importante enfatizar el uso de argumentos para justificar las propias argumentaciones, así como el uso de ejemplos para aclarar conceptos y refutar argumentos. En otras palabras, nos interesa la construcción del conocimiento de manera dinámica, en contraposición a la presentación de las

matemáticas como algo acabado. Para desarrollar este proceso es necesario promover la participación de los estudiantes, para lo cual nosotros hemos utilizado a lo largo de varios años diversos problemas cuya solución requiere cierto ingenio o la construcción de nuevos conceptos y resultados; son estos problemas la base de esta charla.

### **Un paseo por las Matemáticas (y la Física) de la mano de Poisson y Dirac.**

*José Antonio Vallejo Rodríguez (josanv@gmail.com)*

Por obvias razones de (no) simultaneidad, Poisson y Dirac no tuvieron la oportunidad de conocerse. Seguramente hubieran sido todo lo amigos que la compleja personalidad de Dirac hubiera permitido, dado que compartían muchos puntos de vista acerca de la relación entre Física y Matemáticas. En esta plática, veremos algunas características de esa visión compartida por ellos y trataremos de ver cómo sus contribuciones se han ramificado y se manifiestan en muchos campos de las matemáticas actuales, todo ello aderezado con algunos chismes y divagaciones pseudo-históricas.

### **Simetrías y patrones en álgebra y topología.**

*Rita Jiménez Rolland (josanv@gmail.com)*

En esta charla consideraremos familias de espacios que aparecen de manera natural en álgebra y topología. Observaremos qué simetrías naturales de estos espacios nos permiten encontrar y predecir patrones en la estructura de los mismos. Nuestro objetivo será presentar el marco de ideas que explica dichos patrones y cómo se vincula con varias áreas de las matemáticas.

### **Las Matemáticas en el INEGI.**

*Enrique de Alba Guerra (josanv@gmail.com)*

En esta presentación se discutirán algunas de los métodos cuantitativos, principalmente de estadística, que se aplican en la producción de información. Se hablará de métodos de suavizamiento de series de tiempo con el propósito de obtener tendencias, como es el caso de los indicadores cíclicos. O bien en el proceso de ajuste estacional de series de tiempo; procedimiento que se aplica en la mayoría de las series que publica el Instituto. Se presentarán algunos métodos de pronóstico que se utilizan con el propósito de generar estimaciones llamadas oportunas para algunas variables. Se hablará de las encuestas por muestreo, que se basan en muestras probabilísticas y de las cuales el INEGI realiza muchas regularmente; se ejemplificará con casos concretos. Dentro del análisis de la información generada a partir de encuestas se comentará sobre los llamados métodos de estimación para áreas pequeñas; en este último caso se mencionará el enfoque Bayesiano. Se discutirá, asimismo, el uso de la teoría de la dinámica de sistemas para generar un modelo demográfico.

### **Construyendo máquinas en universos discretos.**

*Miguel Ángel Pizaña López (mpizana@gmail.com)*

Cuando observamos las cosas en la escala de Planck ( $1.6 \times 10^{-35}$  metros) algo radicalmente distinto tiene que ocurrir. Al parecer, ahí dejan de existir las nociones comunes de espacio y tiempo. Para algunos, en esa escala tiene que haber cuerdas, para otros (como en Gravitación Cuántica de Bucles y en Grafitación Cuántica) debe de haber puntos indivisibles de espacio-tiempo (eventos) conectados por enlaces: dos eventos están conectados por un enlace si están "cerca". Estos enfoques dan origen a un nuevo interés en las estructuras discretas, en las gráficas y en las dinámicas discretas que puedan definirse en tales estructuras discretas. En particular, el operador de Clanes, que transforma gráficas en gráficas, es una de las dinámicas discretas que más se han estudiado en tiempos recientes. La dinámica del operador de clanes ha sido usada en Gravedad Cuántica de Bucles para explicar cómo podría emerger el espacio-tiempo clásico a partir de la realidad discreta subyacente a la escala de Planck. En recientes investigaciones, hemos estado usando gráficas de clanes para simular circuitos eléctricos: ya tenemos los análogos a cables, empalmes eléctricos, compuertas OR, AND, osciladores y más. Sólo hace falta encontrar la compuerta NOT para poder simular una computadora digital completa dentro de la dinámica de las gráficas de clanes. Con ello sería posible probar que la dinámica del operador de clanes es demasiado compleja para que pueda predecirse algorítmicamente el comportamiento a la larga de las gráficas bajo el operador de clanes (es decir, que el problema del clan comportamiento es irresoluble).

### **El nuevo auge del Álgebra Lineal.**

*Martha Takane (takane@matem.unam.mx)*

El Álgebra Lineal es, quizá, el área de las Matemáticas que más se aplican en las distintas áreas de las ciencias, pero en algún momento se pensó que ya no había problemas interesantes que estudiar dentro de ella. Al entrar en la era de la computación, nuevos y muy importantes retos se presentaron, como ejemplo, Google usa álgebra lineal para categorizar en las búsquedas las páginas encontradas. Por lo que desde mediados del siglo pasado, resurgieron algunas teorías clásicas y se originaron nuevas. En esta plática hablaré de este nuevo auge y de algunas de sus aplicaciones.

---

**El tejido invisible de la dinámica compleja.***Mónica Moreno Rocha* (mmoreno@cimat.mx)

La dinámica asociada a la iteración de funciones de variable compleja (o simplemente, la dinámica compleja) tiene sus orígenes en el análisis matemático de finales del siglo XIX con los trabajos de Cayley, Schroeder y Koenigs. En ellos se realizó el estudio local de puntos fijos mediante el planteamiento y solución de ecuaciones funcionales definidas en vecindades de estos puntos. Estas técnicas mostraron limitaciones, pues sólo determinar la región de máxima convergencia para las funciones solución presentaba "obstáculos formidables", según el propio Schroeder. Fue en la década de 1920 cuando los matemáticos Fatou y Julia dan inicio al estudio global de iteración de funciones y logran solucionar algunas conjeturas del caso local. Los importantes avances de Fatou y Julia se debieron en gran medida a la teoría de familias normales de Montel. Este "entretrejado" de dos teorías del análisis no parece sorprendente, mas en la actualidad existen múltiples ejemplos donde la dinámica compleja se ha entrelazado con teorías aparentemente ajenas provenientes de la geometría, el álgebra, la topología, la combinatoria, la aritmética, la complejidad computacional, entre otras más. En esta charla presentaré conceptos generales de la teoría de iteraciones y describiré con ejemplos concretos su interacción con otras áreas, las cuales han dado lugar al tejido invisible que en la actualidad constituye la dinámica compleja.

**La fórmula de Taylor como magia universal.***Jacob Mostovoy* (jacob@math.cinvestav.mx)

La fórmula de Taylor para escribir una función en términos de una serie de potencias es, en realidad, una expresión del hecho de que una función diferenciable se puede aproximar por una función lineal. Este tipo de aproximación (que se conoce como linealización) no sólo existe en análisis y uno puede encontrar versiones de la fórmula de Taylor en las ramas de matemáticas tan distintas como, por ejemplo, la teoría de grupos, la teoría de nudos y la topología algebraica. En esta charla voy a dar un paseo por estas áreas; veremos las formas exóticas que puede tomar la fórmula de Taylor y algunas interpretaciones (posiblemente, inesperadas) del concepto de la derivada.

---

# Áreas

## Álgebra

Coordinador: Nadia Romero Romero  
 Edificio 220, Aula B3  
 Unidad de Estudios Avanzados

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Jaime Castro Pérez	Alonso Castillo R	Gustavo Tapia S	Marco A Armenta
9:30–10:00		<b>Raymundo Bautista</b>	Diana Avella A	<b>José Martínez B</b>	<b>Jesús Efrén Pérez</b>
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Hernán de Alba	Luis Valero E	Vladimir Dotsenko	Andres Barei Bueno
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	<b>Serge Bouc</b>	<b>Alberto G Raggi</b>	<b>Jesús A Jiménez</b>	Jorge E Macías
12:00–12:30	<b>Fco Marmolejo</b>				Luz María Gurrola
12:30–13:00		Marco Antonio Pérez	Alma Violeta García	Adrián de Jesús C	
13:00–13:30	Luis E. García H.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Edgar Omar Velasco				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30		Juan José Canales	Yuriko Pitones		
17:30–18:00	Carlos Signoret P		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Martín Ortíz M				
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Cohesión axiomática.** (CDV)  
 Francisco Marmolejo Rivas (quico@matem.unam.mx)

Exploraremos a través de ejemplos sencillos (gráficas reflexivas, gráficas reversibles y la categoría de funciones continuas lineales por pedazos) la propuesta axiomática de F.W. Lawvere para estudiar el fenómeno de Cohesión. Dicha propuesta está expresada en la existencia de una cierta sucesión de funtores adjuntos (una vieja tradición de definir conceptos a través de existencia de funtores adjuntos, de la cual también hablaremos) con algunas propiedades adicionales. Exploraremos un poco los conceptos de forma y sustancia asociados a esta propuesta axiomática.

**Cohesión Axiomatica: El topos de funciones lineales a pedazos.** (RT)  
 Luis Eduardo García Hernández (leg@ciencias.unam.mx)

Dentro de la teoría de categorías existen diversas estructuras que buscan modelar comportamientos generales dentro de las matemáticas. Una categoría cohesiva  $\mathcal{E}$  (sobre una categoría  $\mathcal{S}$ ) es una colección de cuatro funtores entre  $\mathcal{E}$  y  $\mathcal{S}$  categorías extensivas y cartesianamente cerradas que forman tres adjunciones y satisfacen ciertos axiomas. El objetivo de la plática es describir estos axiomas y mostrar un ejemplo en el contexto de la topología y las funciones lineales por pedazos de  $\mathbb{R}$  a  $\mathbb{R}$ .

**Categorías abelianas y el Teorema de Gabriel-Popescu.** (RT)  
 Edgar Omar Velasco Páez (omastar@live.com.mx)

El teorema de Gabriel-Popescu es un teorema de encaje para ciertas categorías abelianas, introducido por Pierre Gabriel y Nicolae Popescu en 1964. En dicho teorema se caracteriza ciertas categorías abelianas específicamente las categorías de Grothendieck como cocientes de categorías de módulos. Una manera de enunciar dicho teorema es la siguiente Sea  $C$  una categoría de Grothendieck,  $U$  un generador y  $R$  el anillo de endomorfismos de  $U$ , es decir,  $R = \text{Hom}(U, U)$ , también consideremos  $S: C \rightarrow \text{Mod}(R)$  un funtor

contravariante definido por  $S(X) = \text{Hom}(U, X)$ . Entonces  $S$  es un funtor fiel, pleno y tiene un adjunto izquierdo. Hay varias generalizaciones y variaciones de la teorema de Gabriel–Popescu, algunas de las más importantes dadas por uhn en 1994 (para una categorías  $AB - 5$  con un conjunto de generadores) y Marco Porta en 2010 para las categorías trianguladas. Otro de los conceptos que se debate en la tesis es el de localización, dada una categoría abeliana  $C$  y un sistema multiplicativo  $\Sigma$  calculable, se construye una nueva categoría, denotada como  $C_\Sigma$ , donde los objetos de dicha categoría son en cierta forma los mismos que los de la categorías  $C$  donde, los morfismos estarán constituidos por un morfismo de la categoría original  $C$  y otro del sistema calculable  $\Sigma$ . El objetivo de esta tesis es desarrollar de manera clara y concisa el Teorema de Gabriel–Popescu (1964) para lograr dicho objetivo en ella se desarrollan conceptos básicos de categorías en general, posteriormente se introducirá teoría de categorías abelianas, a saber, categoría de Grothendick y las condiciones  $AB - n$ .

#### Sobre las aspiraciones de un ejemplo a convertirse en teorema. (CI)

Silvia C. Gavito Ticozzi, Rogelio Fernández-Alonso González, Jesús Efrén Pérez Terrazas (silvia\_gavito@yahoo.com)

El contenido de esta plática forma parte de un trabajo en curso, realizado en colaboración con los doctores Rogelio Fernández-Alonso González y Jesús Efrén Pérez Terrazas, que se originó a raíz de las Jornadas de Álgebra 2015 del IMATE-UNAM. Algunas preguntas que aparecen cuando se estudia la retícula de preradicales sobre un anillo  $R$  (denotada por  $R - pr$ ) son las siguientes: ¿cuándo es  $R - pr$  un conjunto?, y, de serlo, ¿cuándo es un conjunto finito? Por brevedad, llamamos a un anillo  $R$   $p$ -pequeño si  $R - pr$  es un conjunto; en caso contrario, decimos que  $R$  es  $p$ -grande. En la literatura existe una variedad de anillos  $p$ -pequeños (los semisimples artinianos, los locales uniseriales, las álgebras de artin de tipo de representación finito y los artinianos de ideales principales son algunos de ellos). Una propiedad que comparten todos estos anillos es la de ser artinianos izquierdos. Por otra parte, en (2) se presenta una clase de anillos  $p$ -grandes que no son artinianos izquierdos. Con los indicios anteriores, uno podría suponer que todo anillo artiniiano es  $p$ -pequeño. No obstante, en general, no es así: el álgebra de Kronecker da cuenta de ello. Al ser este último anillo un miembro destacado de la clase de las álgebras de tipo de representación no finito, cabe preguntarse si también dichas álgebras son  $p$ -grandes; más aún, si es posible caracterizar el tipo de representación de un álgebra (de dimensión finita) en términos de su retícula de preradicales. En esta plática hablaremos de la conjetura que se tiene al respecto, así como de los avances que se han realizado en miras de probarla. ALGUNAS REFERENCIAS: (1) Fernández-Alonso, R., Raggi, F., Ríos, J., Rincón, H., Signoret, C. (2002). *The lattice structure of preradicals*. Communications in Algebra **30** (3): 1533–1544. (2) Fernández-Alonso, R., Chimal-Dzul, H., Gavito, S. (2011). *A class of rings for which the lattice of preradicals is not a set*. International Electronic Journal of Algebra **9**: 38–60. (3) Fernández-Alonso, R., Pérez Terrazas J. E., Gavito, S. On the connection of the representation type of a finite dimensional algebra and its lattice of preradicals. En progreso.

#### Clases de módulos; un panorama. (CI)

Carlos Signoret Poillon (casi@xanum.uam.mx)

Una clase de  $R$ -módulos izquierdos es una “gran retícula” si tiene todas las propiedades de una retícula, excepto que ella misma no es necesariamente un conjunto. En esta plática proporcionamos un panorama de las clases de módulos más usuales en teoría de anillos y damos algunas propiedades de ellas que inciden en propiedades del anillo  $R$ .

#### Recollements en categorías de funtores. (CI)

Martín Ortiz Morales (mortizmo@uaemex.mx)

Esta plática está motivada en el artículo de Chrysostomos Psaroudakis y Jorge Vitória “Recollements of Modules categories”. Ellos establecen que los recollements cuyos términos son categorías de módulos son inducidos por un elemento idempotente. Inspirados en este resultado damos una construcción de recollements en el contexto categorías de funtores.

#### Módulos $M$ -multiplicación. (CI)

Jaime Castro Pérez, José Ríos Montes, Gustavo Tapia Sánchez (jcastrop@itesm.mx)

El producto de  $R$ -módulos ha sido utilizado por diferente autores para extender los resultados que originalmente se obtienen en Teoría de Anillos. En esta plática nosotros usaremos este producto de módulos para definir el concepto de módulo  $M$ -multiplicación y generalizar los resultados dados por Tuganbaev para los módulos multiplicación.

**Definición.** Sea  $M$  un  $R$ -módulo. Para  $K$  y  $L$  submódulos de  $M$ , definimos el producto  $K_M L$  como

$$K_M L = \sum \{f(K) \mid f \in \text{Hom}_R(M, L)\}$$

Este producto de módulos resulta tener propiedades semejantes al producto de ideales de un anillo, de hecho si  $M = R$ , entonces  $K$  y  $L$  son ideales de  $R$  y el producto  $K_R L$  es el producto usual de ideales en el anillo  $R$ .

**Definición.** Sea  $M$  un  $R$ -módulo y  $N$  un subcociente de una suma directa se copias de  $M$ . Diremos que  $N$  es un módulo  $M$ -multiplicación si para cada submódulo  $N' \subseteq N$ , existe un submódulo  $I \subseteq M$ , tal que  $N' = I_M N$ .

Esta definición extiende tanto a la definición dada por Patrik F. Smith ( $R$  es anillo conmutativo) como a la dada por Tuganbaev ( $R$  es anillo no conmutativo).

En esta plática daremos las propiedades, así como los resultados más interesantes de estos módulos los cuales extienden a los resultados que fueron obtenidos originalmente por los autores arriba mencionados.

**Representaciones de conjuntos parcialmente ordenados.** (CDV)

*Raymundo Bautista Ramos* (raymundo@matmor.unam.mx)

En la plática daremos la definición de representación de un conjunto parcialmente ordenado sobre un espacio vectorial. Definiremos la equivalencia de representaciones y veremos procedimientos para la clasificación de las representaciones de un conjunto parcialmente ordenado módulo equivalencia. Se verá cómo las representaciones de conjuntos parcialmente ordenados aparecen en algunos problemas de álgebra.

**Gráficas con álgebra conmutativa.** (CDV)

*Hernán de Alba Casillas* (heralbac@gmail.com)

En esta charla se pretende introducir el ideal de aristas de una gráfica finita para ver como con álgebra conmutativa podemos obtener información de la gráfica. Definiremos lo que son las sizigias de un ideal y sus números de Betti, haciendo analogía con la resolución de sistemas de ecuaciones lineales. En especial estudiaremos los números de Betti del ideal de aristas. Primero observaremos que los números de Betti se pueden calcular a través de una fórmula que utiliza homología simplicial (fórmula de Hochster) y veremos que podemos conocer algunas características de la gráfica a partir del conocimiento de sus números de Betti.

**De la  $K$ -teoría a México a la  $K$ -teoría.** (CDV)

*Serge Bouc* (serge.bouc@u-picardie.fr)

Trataré de contar como me enteré de la  $K$ -teoría algebraica al principio de los años 90's gracias a la matemática mexicana, antes de hacer contacto en 2009 con matemáticos mexicanos a propósito de funtores de biconjuntos, y como resultó de eso en 2016 un artículo con N. Romero sobre la  $K$ -teoría algebraica.

**Sistemas de factorización locales.** (CI)

*Marco Antonio Pérez Bullones, Mindy Huerta y Octavio Mendoza Hernández* (maperez@im.unam.mx)

Daremos la definición de sistema de factorización local, como una relativización del concepto de sistema de factorización débil sobre una categoría. Luego de exponer algunos ejemplos, presentaremos el concepto de estructura de modelos local a partir de sistemas de factorización locales. Para el caso de categorías abelianas, obtendremos una versión relativa de la Correspondencia de Hovey entre estructuras de modelos locales y pares de cotorsión cortados. Finalizaremos dando algunas propiedades de dichas estructuras de modelos en el contexto de teoría de homotopía y categorías monoidales.

**Clasificación Geométrica de Álgebras.** (CDV)

*Ma. Isabel Hernández* (isabel@cimat.mx)

En esta charla veremos que significa clasificar geoméricamente estructuras algebraicas. Daremos ejemplos concretos de clasificaciones geométricas de álgebras de Lie y de Jordan, reales y complejas, en dimensiones bajas.

**Un ejemplo de una subcategoría de módulos que es homológicamente finita pero que no es funtorialmente finita.** (CI)

*Juan José Canales Castillo, Sergio Santiago Chan Castro, Jesús Efrén Pérez Terrazas* (jjcanalesc@gmail.com)

Dado un campo  $K$  algebraicamente cerrado, trabajamos con una  $K$ -álgebra  $\Lambda$  de dimensión 6 que fue estudiada por Igusa, Smalø y Todorov, y el álgebra de Kronecker  $\Gamma$ . Existe un morfismo de anillos unitarios suprayectivo  $\phi: \Lambda \rightarrow \Gamma$ , y por el *Teorema de Silver* existe una inmersión de  $\Gamma$ -mod en  $\Lambda$ -mod, la cual presenta un comportamiento interesante, por ejemplo, en  $\Gamma$ -mod los módulos  $M_\infty^n$  son de *dimensión proyectiva finita* pero en  $\Lambda$ -mod no lo son. El objetivo principal de esta plática es mostrar los resultados obtenidos al estudiar los módulos de dimensión proyectiva finita, obteniendo una subcategoría que es homológicamente finita pero que no es funtorialmente finita.

**Semigrupos finitos de autómatas celulares.** (CI)

*Alonso Castillo Ramírez, Maximilien Gadouleau* (Universidad de Duhram) (acr8080@gmail.com)

Los autómatas celulares, inventados por John von Neumann en la década de 1940, se han convertido en una herramienta fundamental en ciertas áreas de física, biología y ciencias computacionales. De forma abstracta, un autómata celular es una transformación de un

espacio de configuraciones determinado por un grupo y un conjunto. Por mucho, el ejemplo más famoso de un autómata celular es el Juego de la Vida de John H. Conway, en el cual el grupo es una retícula infinita bidimensional y el conjunto tiene exactamente dos elementos. Si el grupo y el conjunto son ambos finitos, el conjunto de todos los autómatas celulares sobre el espacio de configuraciones determinado por éstos es un semigrupo finito. En esta plática, presentaremos algunas propiedades algebraicas de estos semigrupos finitos de autómatas celulares como la estructura de sus grupos de unidades y la cardinalidad mínima de subconjuntos generadores.

**Caracteres y un teorema de Burnside.** (CDV)

*Diana Avella Alaminos* (dianaavellaa@gmail.com)

En esta plática hablaremos acerca de las representaciones de grupos y sus caracteres para enunciar un teorema clásico en esta área, el Teorema de Burnside, esbozar su demostración y recalcar su importancia dentro de la histórica búsqueda por clasificar a los grupos finitos.

**Mapas de tesoro en teoría de grupos.** (CDV)

*Luis Valero Elizondo* (lvalero898@gmail.com)

La tabla de marcas de un grupo finito es una matriz con entradas enteras que proporciona mucha información respecto al grupo. En esta plática veremos cómo encontrar algunos grupos distinguidos usando tablas de marcas. Es deseable haber cursado (o estar cursando) un curso básico de teoría de grupos.

**Anillos asociados a grupos finitos.** (CDV)

*Alberto Gerardo Raggi Cárdenas* (agraggi@gmail.com)

En el estudio de los grupos finitos es común asociarle objetos matemáticos para su mejor comprensión. Algunos de estos son el orden, exponente sus factores de composición, etc. En esta plática nos enfocaremos en algunos anillos asociados a los grupos finitos, como son el anillo de Burnside, el anillos de caracteres ordinarios y de Brauer entre otros.

**Morfismos ultrafinitos en sitios.** (CP)

*Alma Violeta García López* (violet1025@gmail.com)

Consideremos una función continua entre espacios topológicos  $f: Y \rightarrow X$  y el morfismo geométrico que induce en gavillas  $f^* \dashv f_*: \text{Gav}(Y) \rightarrow \text{Gav}(X)$ . Si  $\mathcal{P}$  es un pretopos, lo anterior induce una categoría de modelos Top-indexada  $\text{Mod}(\mathcal{P})^X = \text{Mod}_{\text{Gav}(X)}(\mathcal{P})$  con morfismos dados por composición con  $f^*$ . De aquí surge la pregunta de cuáles son las condiciones para que la composición con  $f_*$  induzca un morfismo  $\text{Mod}(\mathcal{P})^Y \rightarrow \text{Mod}(\mathcal{P})^X$ . En esta charla hablaremos del caso análogo para morfismos entre sitios  $F: (\mathcal{C}, J) \rightarrow (\mathcal{D}, K)$  y el morfismo geométrico  $F^*: \text{Gav}(\mathcal{D}, K) \rightarrow \text{Gav}(\mathcal{C}, J)$  inducido entre topos de Grothendieck.

**Algunos aspectos de la categoría de semimódulos asociada a una máx-álgebra.** (RI)

*Gustavo Tapia Sánchez, Dra. Martha Takane Imay* (tapia.gustavo@gmail.com)

En esta plática, se presenta un concepto formal de máx-álgebras que incluya los casos especiales que se estudian en la actualidad y algunos otros distintos. Para cada máx-álgebra, se estudian los conceptos de semimódulo izquierdo, subsemimódulo izquierdo y morfismos entre semimódulos, y se presentan las propiedades básicas de estos conceptos y algunos ejemplos interesantes. Finalmente, se presentan algunas propiedades de la categoría  $\text{SMod}$  cuyos objetos son los semimódulos izquierdos, principalmente las que se refieren a la existencia de objetos y morfismos especiales en dichas categorías.

**Geometría del espacio de Minkowski.** (CDV)

*José Martínez-Bernal* (jmb@math.cinvestav.mx)

Desempolvaremos nuestra álgebra lineal para dar una introducción a la geometría del espacio de Minkowski. Dicha geometría está determinada por las transformaciones de Lorentz, las cuales son automorfismos lineales del espacio 4-dimensional real que dejan invariante cierta forma bilineal de signatura (3,1). Nos enfocaremos en entender las propiedades de estas transformaciones, así como la estructura algebraica del grupo que forman; conocido como el grupo de transformaciones de Lorentz.

**Nonsymmetric operads, associative algebras, and the Lagrange inversion.** (CI)

*Vladimir Dotsenko* (vdots@maths.tcd.ie)

I shall discuss a construction of a functor from associative algebras to nonsymmetric operads which has good homological and homotopical properties. As a consequence, I shall give a new categorical context for the Lagrange inversion formula. Another consequence I shall mention concerns various examples and counterexamples in Koszul duality for operads.

**Gráficas de incidencia y formas cuadráticas enteras. (CI)**

Jesús Arturo Jiménez González (jejim@cimat.mx)

Mostraremos una construcción de formas cuadráticas enteras no negativas por medio de gráficas de incidencia. Este nuevo punto de vista esclarece los teoremas de clasificación de formas no negativas a través de su tipo de Dynkin. Se discutirán algunas aplicaciones en la teoría de representaciones.

**Probabilidad libre de tipo B. (RT)**

Adrián de Jesús Celestino Rodríguez (adrianceles@cimat.mx)

La Teoría de Probabilidad Libre es una teoría relativamente reciente, en la cual se consideran aspectos análogos a la probabilidad clásica pero en un contexto no conmutativo. Esta teoría tiene relaciones y aplicaciones en varias áreas de las matemáticas, siendo la más importante la teoría de matrices aleatorias. Fue introducida por Dan Voiculescu en la década de los ochentas con el objetivo de atacar el problema de isomorfismo entre álgebras de von Neumann generadas por grupos libres. Más adelante en la década de los noventas, Roland Speicher mostró que la combinatoria de la probabilidad libre está gobernada por las retículas de particiones por particiones que no se cruzan. Los conjuntos de particiones que no se cruzan tienen un papel fundamental en la teoría de probabilidad libre (de tipo A). En particular, la independencia libre puede ser formulada a través de cumulantes en términos de particiones que no se cruzan, las cuales asociadas a grupos de Coxeter  $A_n$ . Por otra parte, Victor Reiner introdujo un análogo de tipo B para la retícula de particiones que no se cruzan asociadas a grupos de Coxeter  $B_n$ . En esta plática de reporte de tesis presentaremos una noción de probabilidad libre en la cual las particiones que no se cruzan de tipo B juegan el papel de las particiones que no se cruzan. Veremos la motivación de ella, la cual está basada en una herramienta algebraica llamada gráficas de Cayley, lo cual nos permite definir las nociones de espacio de probabilidad no conmutativo de tipo B e independencia libre de tipo B.

**Códigos tipo Reed-Muller. (RT)**

Miguel Eduardo Uribe Paczka (miguel\_paczka@hotmail.com)

Introducimos y estudiamos la familia de los códigos tipo Reed-Muller afines y proyectivos usando álgebra conmutativa, geometría algebraica y técnicas de bases de Gröbner. Comenzamos con el estudio de variedades afines y proyectivas, bases de Gröbner y dimensión de una variedad. La definición que vamos a dar para la dimensión de una variedad es la misma que uno puede encontrar en un curso de geometría algebraica, posteriormente probaremos que para cualquier variedad  $V$  sobre un campo infinito, su dimensión es igual al grado del polinomio de Hilbert del ideal anulador  $I(V)$ . Posteriormente vamos a estudiar funciones de Hilbert, códigos de tipo Reed-Muller afines y proyectivos. Vamos a probar que los códigos Reed-Muller afines son un caso particular de los proyectivos, por lo tanto estudiaremos los códigos Reed-Muller proyectivos en vez de los afines. Finalmente estudiaremos en detalle la familia de los códigos cartesianos afines y parametrizados introducida por López, Rentería y Villarreal, y daremos varios enfoques de cómo calcular los parámetros básicos de estos tipos de códigos lineales.

**Función de distancia mínima de ideales graduados. (CI)**

Yuriko Pitones, R. H. Villarreal y J. Martínez Bernal (ypalob@hotmail.com)

Definiremos la función de distancia mínima de un ideal graduado en un anillo de polinomios con coeficientes en un campo y probaremos que esta generaliza la distancia mínima de un código proyectivo tipo Reed-Muller sobre campos finitos en términos de invariantes algebraicos y del ideal anulador asociado. Mencionaremos un método basado en bases de Groebner y Funciones de Hilbert para encontrar una cota inferior de la distancia mínima de ciertos códigos tipo Reed-Muller.

**Ideales homológicos de álgebras de dimensión finita. (CI)**

Marco Antonio Armenta Armenta (drmarco@cimat.mx)

La categoría derivada de la categoría de módulos de un álgebra de dimensión finita es uno de los invariantes más importantes de esta época en teoría de representaciones, pero aún no se entiende bien pues no existe un método para calcularla. Estamos estudiando ideales de dichas álgebras que nos dan información sobre la categoría derivada, hemos demostrado varios resultados: Un teorema de correspondencia de ideales homológicos, fuertes conexiones con Cohomología de Hochschild y mucha información combinatoria con respecto a las representaciones de dichas álgebras y sus ideales. Presentaremos un breve resumen de la investigación hecha hasta ahora, así como varios ejemplos dónde explicaremos cuales son las ideas atrás de estos teoremas tan abstractos.

**Matrices y ditálgebras. (CI)**

Jesús Efrén Pérez Terrazas (jpereztc@correo.uady.mx)

La clasificación de matrices por similaridad está relacionada con la clasificación de representaciones de módulos finitamente generados sobre  $k$ -álgebras de dimensión finita. En esta plática se recuerda la clasificación debida a Kronecker del álgebra que lleva su nombre y

se da una idea de qué son las ditálgebras y cómo se usan para lograr la misma clasificación, para después analizar algunos resultados publicados en este año que han sido obtenidos gracias al uso adecuado de las ditálgebras. También se explicará brevemente el trabajo que se está realizando actualmente para aplicar las ditálgebras a las álgebras cuasi-hereditarias.

**Álgebras estandarmente estratificadas, casihereditarias, Gorenstein y tilting.** (RT)

*Andres Barei Bueno* (andres.barei@gmail.com)

Las álgebras casihereditarias surgen de manera natural al estudiar categorías de peso máximo. Hoy en día han cobrado gran importancia ya que las álgebras de Auslander son álgebras casihereditarias. Las álgebras estandarmente estratificadas son una generalización de las casihereditarias. Revisaremos, los conceptos de álgebra y módulo estandar asociado a un álgebra, delta-filtración. Con esto, podremos definir las álgebras estandarmente estratificadas y casihereditarias. Analizaremos varias de sus propiedades y distintas caracterizaciones (entre las cuales se encuentran caracterizaciones algebraicas y geométricas). Después veremos que toda álgebra estandarmente estratificada tiene asociado un módulo inclinante generalizado característico (o "tilting"). Resulta que este módulo inclinante también es coincidente si, y solo si el álgebra es de Gorenstein, y mostraremos que toda álgebra casihereditaria es de Gorenstein. Finalmente, mostraremos el dual de Ringel para los casos en que el álgebra sea estandarmente estratificada y casihereditaria. Por supuesto, a lo largo de la ponencia incluiremos diversos ejemplos para que pueda haber un buen entendimiento del tema expuesto.

**Equivalencia de objetos inyectivos sobre clases algebraicas de morfismos.** (CI)

*Jorge Eduardo Macías Díaz* (jemacias@correo.uaa.mx)

En este trabajo se proporcionará una generalización del famoso teorema de Bumby para objetos inyectivos con respecto a clases algebraicas de monomorfismos. Más concretamente, se demostrará que dos objetos inyectivos con respecto a una clase algebraica de monomorfismos son isomorfos cuando cada uno de ellos es isomorfo a un subobjeto del otro. Para tal efecto, se establecerán las mínimas propiedades algebraicas que debe satisfacer una colección de monomorfismos para que este resultado sea verdadero. Como corolario, se demostrará que si dos objetos tienen cápsulas inyectivas con respecto a una clase algebraica de monomorfismos, y cada uno de ellos es isomorfo a un subobjeto del otro, entonces sus cápsulas inyectivas son isomorfas. Varios resultados intermedios serán demostrados rigurosamente, especialmente algunas propiedades de objetos inyectivos, cápsulas inyectivas y extensiones esenciales en categorías arbitrarias. Como corolarios, se verificarán varias versiones especiales del teorema de Bumby, incluidas versiones para los casos de módulos inyectivos puros y módulos RD-inyectivos.

**Una generalización del Teorema de Bumby para categorías de Grothendieck.** (CI)

*Luz María Gurrola Ramos, Jorge Eduardo Macias Diaz* (zulirama@hotmail.com)

En esta platica se introducirá el concepto de categoría de Grothendieck, así como algunas de sus propiedades análogas a las presentes en los módulos inyectivos, además de la generalización y demostración del teorema de Bumby para dichas categorías.

## Análisis

Coordinador: María de los Ángeles Sandoval Romero  
 Edificio 221, Aula H  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Gabriela de J. Cabral	José Gilberto Amaro	<b>Carlos Alfonso Cabrera</b> (minicurso)	<b>Carlos Alfonso C</b> (minicurso)
9:30–10:00		Celia Avalos Ramos	Inti Cruz Díaz		
10:00–10:30		Anel Margarita Galaviz	<b>Víctor Alberto Cruz</b>		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	<b>Sofía Ortega Castillo</b>	Nelson Jades Gutiérrez	Michael Porter Kamlin	Briceyda B Delgado
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Egor Maximenko	Miguel Antonio M.	Juan Bory Reyes	Emilio Marmolejo O
12:00–12:30	<b>Maribel Loaiza L</b>	María del C. Lozano	<b>Antonio Hernández G.</b>	Daniela Rodríguez T.	Lourdes Palacios F.
12:30–13:00	Miriam Cisneros M.	Armando Sánchez N.	Raquel del C. Perales	Guadalupe Morales M.	Samuel García H.
13:00–13:30	Karla L. Córtez	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	<b>Marco López G</b>				
14:00–14:30	<b>COMIDA</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30	<b>Eric F. Hernández</b>	Hugo Ocampo S	Josué Ivan Rios	Victor Perez Garcia	
17:30–18:00	Salvador Sánchez P.	Daniel Ivan Ramírez	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Alfredo Cano	José Antonio Gómez	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30	Traslado	Traslado			
19:30–20:00					

**De transformaciones lineales a operadores acotados.** (CDV)  
 Maribel Loaiza Leyva (maribel.loaiza@gmail.com)

Las transformaciones lineales definidas en un espacio normado de dimensión finita son siempre continuas. En el caso de que el espacio normado sea de dimensión infinita no toda transformación lineal es continua; las que si lo son, reciben el nombre de operadores acotados. En esta plática hablaremos precisamente de este tipo de operadores con ejemplos concretos de importancia fundamental en Análisis Funcional y en Teoría de Operadores. Los operadores acotados de un espacio de Banach en sí mismo no solamente forman un espacio vectorial, son un álgebra de Banach y, si el espacio donde se definen es un espacio de Hilbert, su estructura es aún más concreta: forman un álgebra  $C^*$ . Estudiaremos algunos ejemplos de álgebras  $C^*$  generadas por operadores acotados y como la geometría del espacio donde estos operadores están definidos permite la descripción de las álgebras.

**Teorema de tipo directo para operadores lineales positivos en subespacios de Banach.** (RT)  
 Miriam Cisneros Martínez, Jorge Bustamante González (mayrlu04@hotmail.com)

Se presentan nuevos estimados, para operadores lineales positivos que preservan funciones lineales, en ciertos espacios pesados de funciones continuas.

**Normalidad y regularidad en control óptimo con desigualdades.** (RT)  
 Karla Lorena Córtez del Río, Javier Fernando Rosenblueth Laguette (kcortez\_matem@outlook.com)

En esta plática se exponen algunos aspectos fundamentales relacionados con condiciones necesarias de segundo orden para problemas con restricciones en optimización. En particular, se derivan algunos de los aspectos principales que relacionan las nociones de normalidad y regularidad para problemas definidos en espacios de dimensión finita y con restricciones en forma de desigualdades. Asimismo, se desarrolla una teoría paralela para ciertos problemas de control óptimo involucrando igualdades y desigualdades en las funciones de control que permite extender el conjunto clásico de direcciones admisibles en las que las condiciones de segundo orden se satisfacen.

**Técnicas de análisis armónico y complejo para obtener la controlabilidad uniforme a cero de una ecuación de transporte-difusión.** (CI)

*Francisco Marcos López García* (marcos.lopez@im.unam.mx)

Usando propiedades de las funciones holomorfas de tipo exponencial obtenemos cotas superiores del costo para la controlabilidad uniforme a cero de una ecuación de transporte-difusión de orden superior.

**Funciones con oscilación promedio rectangular acotada.** (RI)

*Carolina Espinoza Villalva* (carolina.espinoza@mat.uson.mx)

En esta charla definiremos una versión rectangular y homogénea en el plano del espacio  $A_p$  estudiado por García-Cuerva, Chen y Lau. También definiremos el espacio de Hardy atómico asociado al espacio anterior e identificaremos su dual con el espacio  $CMOp'$  de funciones con oscilación promedio central rectangular acotada. Finalmente, obtendremos la continuidad en  $L_p$  para el conmutador del operador de Hardy rectangular y una función en cierto espacio  $CMOq$ .

**La simetría tiene sus ventajas.** (CI)

*Eric Fabián Hernández Martínez, Nils Ackermann, Alfredo Cano* (ebri2001@hotmail.com)

Resumen en el PDF: [http://www.smm.org.mx/user\\_files/ponencias2016/853\\_smm2016.pdf](http://www.smm.org.mx/user_files/ponencias2016/853_smm2016.pdf)

**El problema de valor inicial para la ecuación de Schrödinger involucrando la integral de Henstock-Kurzweil.** (RI)

*Salvador Sánchez Perales* (ssanchez@mixteco.utm.mx)

Sea  $q$  una función de valores reales definida sobre  $[a, b]$  y sea  $L$  el operador de Schrödinger definido por  $Ly = -y'' + qy$ . Se sabe muy bien que si  $q$  y  $g$  son funciones Lebesgue integrales sobre  $[a, b]$  entonces existe una solución única  $f, f'$  en el espacio de las funciones absolutamente continuas, de la ecuación diferencial  $(L - k)y = g$  que satisface las condiciones iniciales  $f(c) = s, f'(c) = t$ , donde  $c$  está en  $[a, b]$  y  $k, s, t$  son números complejos. En la plática daremos una extensión de este resultado ahora cuando  $q$  y  $g$  son funciones Henstock-Kurzweil integrables.

**Espacios de Hilbert en las series de Fourier.** (CDV)

*Alfredo Cano* (afalcaro@yahoo.com.mx)

En esta plática se dará una visión de los espacios lineales de Hilbert y propiedades importantes como completitud. Se verán algunos ejemplos y aplicaciones de éstos para resaltar su importancia. Se hará énfasis en la aplicación a un problema de convergencia de las series de Fourier.

**Estudio de la explosión en tiempo finito en el infinito de un sistema acoplado.** (RI)

*Gabriela de Jesús Cabral García, José Villa Morales* (gaby.cabral905@gmail.com)

Las ecuaciones diferenciales se originan en la ciencia como una necesidad para describir el comportamiento de ciertos fenómenos. En general, ellas son expresiones matemáticas que establecen relaciones entre variables independientes, dependientes y razones de cambio. En la actualidad su uso es muy diverso, de ahí la importancia de su estudio. En general se necesitan condiciones iniciales o de frontera para que el problema quede bien planteado, es decir que tenga solución y sea único en cierto contexto funcional. En ciertos casos, al evolucionar el tiempo el problema deja de estar bien planteado y presenta ciertas indeterminaciones, en este caso se dice que hay explosión en tiempo finito. Este concepto es muy conocido y fue introducido en los años sesenta por Kaplan. El estudio de la explosión de las soluciones de Ecuaciones Diferenciales Parciales es un tema de actualidad, de hecho uno de los problemas abiertos propuesto por el Instituto Clay tiene que ver con este tema. El propósito de la presente charla es mostrar la relación que existe entre el tiempo de explosión de un sistema de ecuaciones diferenciales parciales acopladas y un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias (que depende básicamente del comportamiento de la reacción del sistema y no de la difusión). Primeramente se demuestra un teorema de comparación para el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias. Luego se aplica éste resultado, junto con propiedades elementales del límite inferior y de la norma supremo, para mostrar que el tiempo de explosión del sistema de ecuaciones diferenciales parciales es justamente el tiempo de explosión del sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias. Luego, se usa una modificación de cierto lema de comparación para dar estimaciones del tiempo de explosión. Además, usando el principio del máximo, para ecuaciones diferenciales parciales parabólicas, se encuentra una súper solución del sistema de ecuaciones diferenciales parciales y se demuestra que dicha súper solución está definida puntualmente (la norma supremo en este caso diverge). Sabemos que en general el estudio de ecuaciones diferenciales parciales es bastante complicado, así es que en este trabajo se aprecia la ventaja de estudiar un sistema de ecuaciones diferenciales ordinario el cual captura el comportamiento asintótico de la ecuación diferencial parcial. Más aún, concluimos que las estimaciones obtenidas pueden ser de gran ayuda al momento de modelar las reacciones en ciertos combustibles (el cual es un

fenómeno donde aparecen explosiones, también en la modelación de fallas estructurales), pues también se proporcionan cotas para el tiempo de explosión.

#### **Espacio Asociado con respecto a medidas no $\sigma$ -finitas. (CI)**

*Celia Avalos Ramos, Fernando Galaz Fontes (celia.avalos@cimat.mx)*

Los espacios funcionales de Banach son una clase especial de espacios de Banach cuyos elementos son funciones medibles y en los cuales la norma está relacionada con la medida inherente de una manera apropiada. Los espacios funcionales de Banach incluyen como casos especiales ejemplos bien conocidos tales como los espacios  $L^p$  y  $\ell^p$  ( $1 \leq p \leq \infty$ ). Dada una medida  $\mu: \Sigma \rightarrow [0, \infty]$  definida en una  $\sigma$ -álgebra, consideremos el espacio  $L^0(\mu)$  que consiste de las (clases de equivalencia de) funciones que son medibles. Un espacio de Banach  $E \subset L^0(\mu)$  es un espacio funcional de Banach respecto de  $\mu$  ( $\mu$ -e.f.B.), si  $f \in L^0(\mu)$  y  $|f| \leq |g|$ ,  $\mu$ -c.t.p para algún  $g \in E$ , implican que  $f \in E$  y además  $\|f\|_E \leq \|g\|_E$ . Asimismo definimos el espacio asociado de  $E$  como

$$E^\times := \{g \in L^0(\mu) : gf \in L^1(\mu), \forall f \in E\}.$$

La teoría del espacio asociado a un espacio funcional de Banach ha sido ampliamente estudiada cuando se considera una medida  $\sigma$ -finita. En esta plática se pretende presentar los resultados que se mantiene (algunos parcialmente) al trabajar con una clase de medidas más general que ser  $\sigma$ -finita, a saber medidas semifinitas y localizables. Asimismo se presentará un ejemplo donde uno de los resultados más importantes en el contexto  $\sigma$ -finito no se preserva al tratar con semifinitas y no localizables.

#### **El teorema de Banach-Zarecki para funciones con valores en un espacio métrico. (RT)**

*Anel Margarita Galaviz Cuen (anel\_3128@hotmail.com)*

En esta plática se presentará el caso general del teorema de Banach-Zarecki para funciones continuas definidas en un intervalo real y con valores en un espacio métrico  $X$ , el cual muestra la equivalencia entre continuidad absoluta y variación acotada junto con la propiedad (N) o propiedad de Luzin. Para probar esta versión general, es necesario introducir la noción de medida de Hausdorff  $s$ -dimensional en un espacio métrico, una versión vectorial del teorema de la función de multiplicidad de Banach, así como también un teorema de estructura que generalice el clásico teorema de descomposición de Jordan para funciones de variación acotada. Adicionalmente, mostramos generalizaciones al contexto de espacios métricos con el teorema de existencia de caminos geodésicos y el principio de selección de Helly.

#### **El problema polinomial de puntos de adherencia. (CI)**

*Sofía Ortega Castillo, Maite Fernández Unzueta M. Angeles Prieto Yerro (sofia.ortega@cimat.mx)*

El propósito principal de esta charla es presentar los resultados más importantes obtenidos recientemente por los autores con respecto al problema polinomial de puntos de adherencia, para álgebras uniformes entre  $A_u(B)$  y  $A_\infty(B)$ , donde  $B$  es la bola unitaria de un espacio de Banach. De paso mencionaré algunas conclusiones relacionadas sobre el problema original de puntos de adherencia. En esta exposición me enfocaré en ejemplos como espacios de funciones continuas,  $\ell_1$  y espacios uniformemente convexos.

#### **De la convergencia en distribución a la convergencia uniforme de las funciones cuantil. (CI)**

*Egor Maximenko, Johan Manuel Bogoya, Albrecht Böttcher, Sergei Grudsky (emaximenko@ipn.mx)*

En la plática se explica un resultado simple de análisis real y algunas de sus aplicaciones, especialmente en la teoría espectral de matrices de Toeplitz. Hay varios modos de convergencia de funciones y medidas. Entre los modos de convergencia más importantes y populares, la convergencia en distribución es la más débil, y la convergencia uniforme es la más fuerte. Demostramos que bajo ciertas condiciones naturales la primera se transforma en la segunda, pero hay que pasar de los objetos originales (variables aleatorias reales o medidas de probabilidad sobre los reales) a objetos nuevos más ordenados (las funciones cuantil correspondientes). Este resultado permite aproximar uniformemente los valores propios de matrices de Toeplitz y "voltar" algunas distribuciones asintóticas conocidas. El trabajo fue apoyado parcialmente por el proyecto IPN-SIP 20160733.

#### **Operadores de Topelitz en espacios de Bergman. (RI)**

*María del Carmen Lozano (clariz23@gmail.com)*

En esta plática se explicará el concepto de Operador de Toeplitz en ciertos espacios (de Hilbert) de funciones. Se verá el concepto de símbolo del Operador de Toeplitz lo que permitirá abordar el problema clásico sobre conmutatividad: Sean  $\alpha, \beta$  dos símbolos que pertenecen a cierta clase de funciones. ¿Cuál es la relación entre  $\alpha$  y  $\beta$  para que los correspondientes operadores de Toeplitz  $T_\alpha$  y  $T_\beta$  conmuten?, es decir, ¿cuándo  $T_\alpha T_\beta = T_\beta T_\alpha$ ?

**Operadores de Toeplitz y Geometría.** (CI)

Armando Sánchez Nungaray (sancheznungaray@gmail.com)

En esta plática hablaremos de la interacción que existe entre  $C^*$  álgebras de generadas por operadores de Toeplitz en sobre espacio de Bergman en algunas variedades y su interacción con propiedades geométricas de la variedades a estudio. Primero se definirán los espacios de Bergman para el Disco de Poincaré,  $n$ -Bola y espacios proyectivos complejos. Sobre estos diferentes espacios se definirán operadores de Toeplitz sobre estos espacios. Después se estudiará la relación existente entre grupos maxilares abelianos de isométricas en estas variedades y cómo generan  $C^*$  álgebras conmutativas de operadores de Toeplitz sobre los espacios de Bergman. Se dará una descripción de las órbitas de las acción de estos grupos para los diferentes grupos maxilares abelianos. Se introduciremos otras herramientas geométricas para el estudio de  $C^*$  álgebras de operadores de Toeplitz tales como teoría de representaciones de grupos de Lie y función de momentos. Finalmente daremos algunas implicaciones que se obtiene a partir de estas herramientas sobre este tipo de álgebras. **Bibliografía.** [1] S. Grudsky, R. Quiroga-Barranco, and N. Vasilevski. *Commutative  $C^*$ -algebras of Toeplitz operators and quantization on the unit disk*. J. Funct. Anal. **234** (1):(2006) 1–44. [2] R. Quiroga-Barranco, and N. Vasilevski. *Commutative  $C^*$ -algebras of Toeplitz operators on the unit ball, I. Bargmann type transforms and spectral representations of Toeplitz operators*. Integral Equations and Operator Theory. [3] R. Quiroga-Barranco, and N. Vasilevski. *Commutative  $C^*$ -algebras of Toeplitz operators on the unit ball, II. Geometry of the level sets of symbols*. Integral Equations and Operator Theory. [4] M. Dawson, G. Ólafsson and R. Quiroga-Barranco, *Commuting Toeplitz operators on bounded symmetric domains and multiplicity-free restrictions of holomorphic discrete series*, J. Funct. Anal. **268** (2015), no. 7, 1711–1732. [5] S. Grudsky, A. Karapetyants and N. Vasilevski, *Toeplitz operators on the unit ball in  $C^n$  with radial symbols*, J. Operator Theory **49** (2003), no. 2, 325–346. [6] M. A. Morales-Ramos, A. Sanchez-Nungaray and Josue Ramirez-Ortega, *Toeplitz operators with quasi-separately radial symbols on the complex projective space*, Bol. Soc. Mat. Mexicana **22** (2015), no. 1, 213–227. [7] R. Quiroga-Barranco, *Separately radial and radial Toeplitz operators on the unit ball and representation theory*, to appear in Bol. Soc. Mat. Mexicana. [8] R. Quiroga-Barranco and A. Sanchez-Nungaray, *Commutative  $C^*$ -algebras of Toeplitz operators on complex projective space*, Integral Equations and Operator Theory **71** (2011), no. 2, 225–243. [9] Mauricio Hernández-Marroquin, Armando Sánchez-Nungaray, and Luis Alfredo Dupont-García, *Commutative-Algebras of Toeplitz Operators via the Moment Map on the Polydisk*, Journal of Function Spaces, vol. 2016, Article ID 1652719, 10 pages, 2016. doi:10.1155/2016/1652719.

**Tensores por doquier.** (CI)

Maite Fernández Unzueta (maite@ciimat.mx)

Las descomposiciones tensoriales y, en general, el estudio de los tensores, aparecen en numerosas áreas de las matemáticas y de sus aplicaciones. Tras presentar algunos ejemplos de aplicaciones, expondremos los resultados fundamentales de la llamada “teoría métrica de los productos tensoriales”, para luego adentrarnos en su relación con los ideales de transformaciones lineales y multilineales entre espacios de Banach, tanto de dimensión finita, como infinita.

[1] Tao Qian and Yan Yang. *Hilbert Transform on the Sphere with the Clifford Algebra Setting*, J. Fourier Anal. Appl. (2009).

**Biyectividad de operadores tipo Calderón-Zygmund sobre espacios de Hardy atómicos.** (RI)

Hugo Ocampo Salgado, Jorge Rivera Noriega (hugoocampo10@gmail.com)

Se recordará la definición de átomos, espacios de Hardy atómicos  $H^p$  y operadores tipo Calderón-Zygmund, con lo que se expondrá un resultado de una descomposición atómica de cualquier elemento en la intersección de espacios de Hardy  $H^p$  y  $H^1$  donde los sumandos pueden verse como  $p$ -átomos y al mismo tiempo como múltiplos de átomos. Por último se mostrará el resultado del título de ésta ponencia.

**Límites radiales para algunos tipos de funciones  $C^\infty$  y analíticas en el disco.** (RT)

Daniel Ivan Ramirez Montaña (danivramon9@hotmail.com)

En este trabajo nos dedicamos a estudiar, mediante herramientas de la teoría de espacios de Hilbert, el comportamiento cercano a la frontera de algunos tipos de funciones analíticas y suaves en  $D$ , el disco unitario del plano complejo. Nos centraremos primero en el contexto del espacio de Hardy  $H^2(D)$ , exhibiendo algunas propiedades de éste y describiendo el comportamiento radial de sus elementos a través del teorema de Fatou. Extendemos el estudio anterior, examinando el comportamiento frontera de funciones suaves dadas mediante el símbolo de Berezin de un operador que actúa en  $H^2(D)$ . En este sentido, presentamos casos de operadores en los que el símbolo correspondiente puede tanto poseer como carecer de límites radiales.

**Ecuaciones funcionales, una mirada.** (CDV)

José Antonio Gómez Ortega (jago@ciencias.unam.mx)

Se dará una introducción a las ecuaciones funcionales, presentando con problemas sencillos las técnicas modernas básicas para resolverlas. Además se muestran ejemplos de aplicaciones a la geometría y al análisis matemático clásico.

**Un problema de elipticidad con valores en la frontera. (RT)***José Gilberto Amaro Aceves (jgaa@ciencias.unam.mx)*

Se expondrán algunos conceptos en torno al cálculo de los símbolos de operadores diferenciales sobre secciones de haces, para formular una condición de elipticidad del operador Laplace-Beltrami con condiciones en la frontera.

**Análisis de operadores diferenciales en variedades. (CDV)***Inti Cruz Diaz (icruzd@ciencias.unam.mx)*

En esta charla presentaremos una introducción sistemática a la teoría de operadores pseudodiferenciales en variedades Riemannianas. Culminaremos con alguno ejemplo y mostrando algunos problemas que se pueden estudiar con estas herramientas.

**Algunos resultados sobre la regularidad de las soluciones de la ecuación de Beltrami. (CI)***Víctor Alberto Cruz Barrigüete (cbva@ciencias.unam.mx)*

En esta plática abordaremos el estudio de la regularidad de las soluciones de la ecuación de Beltrami y de otras ecuaciones tipo Beltrami. Hablaremos de la dependencia de la regularidad de las soluciones cuando el coeficiente de Beltrami pertenece a ciertos espacios de funciones. Abordaremos algunos problemas relacionados donde las técnicas empleadas pueden utilizarse en otras ecuaciones. Finalmente, hablaremos de algunos problemas abiertos.

**Aproximación analítica de un operador de transmutación para el operador de Dirac unidimensional. (RI)***Nelson Jades Gutiérrez Jiménez, Sergii Torba, Vladislav Kravchenko (ngutierrez@math.cinvestav.mx)*

Un operador de transmutación entre los operadores de Dirac

$$A_1 := \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \frac{d}{dx}, \quad A_2 := \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \frac{d}{dx} + \begin{pmatrix} p(x) & q(x) \\ q(x) & -p(x) \end{pmatrix}; \quad p, q \in C([-b, b], \mathbb{C});$$

se puede realizar en forma de operador integral de Volterra

$$Ty(x) = y(x) + \int_{-x}^x \mathbf{K}(x, t)y(t) dt,$$

donde  $\mathbf{K}(x, t)$  es una función de valor matricial  $2 \times 2$ , y  $y(x)$  es una función vector-valuada  $2 \times 1$ . Se presentará una aproximación analítica del núcleo  $\mathbf{K}(x, t)$ , la cual, de forma apropiada y sencilla permite obtener aproximaciones a problemas espectrales, relacionados al sistema de Dirac unidimensional  $A_2 y = -\lambda y$ .

**Operadores de Toeplitz en el espacio proyectivo complejo y moment-map. (CI)***Miguel Antonio Morales Ramos, Armando Sánchez Nungaray (miguelmr2409@gmail.com)*

Se hace un estudio de operadores de Toeplitz en el espacio proyectivo complejo con símbolos quasi-radiales pseudo-homogéneos y también con otros símbolos que generan álgebras conmutativas de operadores de Toeplitz. Posteriormente, se usan herramientas de geometría simpléctica tales como moment-map, reducción simpléctica, entre otras. Con dichas herramientas se establece que los símbolos quasi-radiales pseudo-homogéneos se pueden escribir en términos del moment-map. Más aún, se encuentra una familia de símbolos más grande que contiene como caso particular a los símbolos quasi-radiales pseudo-homogéneos y también genera un álgebra conmutativa de operadores de Toeplitz.

**Fases geométricas: un eslabón entre geometría y análisis semiclásico. (CDV)***Antonio Hernández Garduño, Carlos Villegas Blas (ahg@xanum.uam.mx)*

En el contexto de procesos adiabáticos de sistemas hamiltonianos (cuánticos y clásicos), la fase geométrica es una fase relativa asociada a una curva cerrada en el espacio paramétrico, dada en términos de la holonomía de una conexión. De particular interés en análisis semi-clásico es el caso cuando el espacio paramétrico es una variedad de estados coherentes. En esta charla discutiremos varios contextos en los cuales las fases geométricas son relevantes. Un ejemplo a discutir es la fase geométrica asociada a estados spin-coherentes cuando la curva cerrada en el espacio paramétrico es un triángulo geodésico. Mostraremos cómo herramientas de geometría y de análisis son relevantes.

**Volumenes y áreas de variedades con frontera. (RI)***Raquel del Carmen Perales Aguilar (raquel.peralesaguilar@gmail.com)*

Estimaremos el volumen y área de variedades Riemannianas con frontera en términos de su curvatura de Ricci y su curvatura media. La idea clave es demostrar un teorema de comparación del Laplaciano de la función distancia a la frontera. Al final de la plática veremos que estas cotas aseguran la convergencia intrínseca plana de subsucesiones de variedades que satisfacen ciertas propiedades uniformemente.

**Introducción a teoría ergódica. (CI)***Carlos Alfonso Cabrera Ocañas (carloscabrerao@im.unam.mx)*

En estas pláticas daremos una breve introducción a los conceptos principales de la teoría ergódica y algunas aplicaciones a dinámica holomorfa.

**Extensión de la representación SPPS para ecuaciones diferenciales ordinarias de orden arbitraria. (CI)***R. Michael Porter Kamlin, V. V. Kravchenko, S. Torba (mike@math.cinvestav.edu.mx)*

La representación de la solución general del problema  $y''(x) + q(x)y(x) = \lambda r(x)y(x)$  como serie de potencias en el parámetro espectral  $\lambda$  (SPPS) con coeficientes calculables en términos de soluciones para  $\lambda = 0$  ha dado lugar a un cuerpo nutrido de resultados teóricos y métodos numéricos asociados. Recientemente se ha notado que para ecuaciones de orden arbitraria

$$y^{(n)} + q_{n-1}y^{(n-1)} + \dots + q_1y' = \lambda r y$$

se puede construir una serie SPPS análoga, dada una factorización de Polya en términos de ciertos determinantes Wronskianos tomados de un sistema de soluciones independientes para  $\lambda = 0$ . Hablaremos de algunos aspectos del manejo de las integrales iteradas que aparecen en esta construcción.

**Condiciones de salto para el potencial metaarmónico de capa doble sobre curvas rectificables de Jordán cerradas en  $\mathbb{R}^2$ . (CI)***Juan Bory Reyes, Ricardo Abreu Blaya (juanboryreyes@yahoo.com)*

Los potenciales metaarmónicos (acústicos) de capa doble y capa simple juegan un rol central en el estudio de varios problemas de fronteras para la ecuación de Helmholtz. Ejemplos importantes han sido tratados en conexión con áreas como las ecuaciones de Maxwell, las ondas electromagnéticas y problemas de dispersión y de difracción. La teoría de funciones cuaternionicas hiperholomorfas de dos variables reales se ha desarrollado en varias direcciones interesantes y han sido incluidas algunas aplicaciones en teoría de potenciales y también en problemas físicos con geometrías elípticas. La ponencia está dirigida a mostrar condiciones de salto para el potencial de la capa doble asociado con la ecuación de Helmholtz bidimensional con datos de contorno Holder continuos sobre curvas rectificables de Jordán cerradas.

**Un teorema de Dini y un teorema de convergencia monótona para la integral Henstock. (RT)***Daniela Rodríguez Tzompantzi, Juan Alberto Escamilla Reyna (jydani@live.com.mx)*

Dada una sucesión de funciones definida sobre un intervalo compacto con valores reales, sabemos que si la sucesión converge uniformemente, entonces converge puntualmente. Sin embargo el recíproco no siempre es verdadero. El Teorema de Dini da condiciones suficientes para determinar cuando la convergencia puntual implica convergencia uniforme. En esta plática presentaremos un Teorema de Dini para funciones definidas en un intervalo compacto que toman valores en un espacio de Banach. También presentaremos un Teorema de Convergencia Monótona para la integral Henstock en cuya demostración se usa el Teorema de Dini.

**Un teorema de factorización para el espacio de las funciones Henstock-Kurzweil integrales. (CI)***María Guadalupe Morales Macías, Juan Héctor Arredondo Ruíz (lupittah@hotmail.com)*

En este trabajo se extiende el Teorema de factorización de Cohen y de Rudin ahora para el espacio de las funciones Henstock-Kurzweil (HK) integrables. Por otro lado, se demuestra que cierto subespacio de las funciones HK integrales es un espacio de Banach, el cual es denso en el espacio de funciones cuadrado integrales. En algún sentido, dicho subespacio es análogo al espacio de funciones Lebesgue integrables intersección el espacio de las funciones cuadrado integrales. Sin embargo, mientras en este último se puede obtener una "factorización" vía la convolución, en el álgebra de Banach, contenida en el espacio de funciones HK integrables, no es posible.

**Sistemas ortogonales de polinomios armónicos sobre dominios esferoidales. (CI)**

Raybel Andres Garcia Ancona, R. Michael Porter K., Joao Morais (ragarcia@math.cinvestav.mx)

Existen diversos trabajos en los que se construyen sistemas ortogonales completos de polinomios monogénicos que son soluciones del sistema de Riesz sobre esferoides cuyas fronteras quedan descritas por las siguientes ecuaciones  $(x^2/\cosh^2 \alpha) + ((y^2+z^2)/\sinh^2 \alpha) = 1$  y  $(x^2/\sinh^2 \alpha) + ((y^2+z^2)/\cosh^2 \alpha) = 1$ , donde  $\alpha > 0$ . A los esferoides que tienen frontera descrita por la primera ecuación, se les llamará prolatos, mientras que a los que tienen la otra expresión, se les llamará oblatos. Se ha observado que en los diversos trabajos sobre funciones monogénicas definidas sobre dominios esferoidales, se trabaja con elipsoides confocales prolatos y oblatos. Se pueden mencionar los trabajos de J. Morais, K. Gürlebeck, Nguyen, entre otros. El punto de partida de estos trabajos es la construcción de sistemas de polinomios armónicos sobre esferoides. En esta plática se presenta un sistema de funciones monogénicas para esferoides de la forma  $\Omega_\nu := \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 | x^2 + (y^2 + z^2)/(e^{2\nu}) \leq 1\}$ , donde  $\nu \in \mathbb{R}$ . Para lograr este objetivo se construirá un sistema ortogonal completo de polinomios armónicos definidos en el interior de los esferoides  $\Omega_\nu$ , se discutirán algunas propiedades como fórmulas recursiva y ortogonalidad y se presentará una expresión para dichas funciones en términos de las funciones armónicas esféricas sólidas. Una de las ventajas que presenta la ecuación que describe a la frontera, es que incluye todos los dominios esferoidales, incluida la esfera.

**Extensiones disipativas de operadores simétricos regulares. (RI)**

Josué Ivan Ríos Cangas, Luis Octavio Silva Pereyra (jottsmok@gmail.com)

Un operador cerrado se dice ser regular si cada punto del plano complejo pertenece al conjunto de puntos de tipo regular del operador. Un operador regular simétrico cerrado con índices de defecto  $(1, 1)$  en un espacio de Hilbert, es unitariamente equivalente al operador de multiplicación por la variable independiente  $A$ , en cierto espacio de Branges  $B(e)$ . En esta plática, daremos una caracterización de las extensiones disipativas  $A_t$  del operador  $A$  en  $B(e)$ . Además, veremos ciertas funciones enteras pertenecientes al espacio de funciones asociadas de  $B(e)$ , que caracterizan el espectro de las extensiones  $A_t$ .

**Transformada de Hilbert asociada a la ecuación de Vekua principal. (RI)**

Briceyda Berenice Delgado López, R. Michael Porter Kamlin (briceydadelgado@gmail.com)

En esta plática se mostrarán algunos resultados del artículo [1], en el cual se dio una forma explícita para la transformada de Hilbert  $\mathcal{H}$  en la esfera unitaria de  $\mathbb{R}^n$ . Recordemos que la transformada de Hilbert toma datos en la frontera y completa dichos datos para formar el valor frontera de una función monogénica (hiper-holomorfa). Esto es análogo a la cuestión de los conjugados armónicos. Se reducirán estos resultados al caso  $n = 3$  con  $\Omega = B^3$  y  $\partial\Omega = S^2$ . Luego, se dará una definición para la transformada de Hilbert  $\mathcal{H}_f$  asociada a la ecuación de Vekua principal  $DW = \frac{Df}{f} \bar{W}$ , y a partir de la misma se dará una extensión en  $\Omega$  de la parte vectorial de las soluciones de la ecuación de Vekua, cuando el valor frontera de la parte escalar es conocida.

**Análisis de Clifford: Geometría y análisis. (CDV)**

Emilio Marmolejo Olea (emilio@matcuer.unam.mx)

Primero daremos una introducción a las álgebras geométricas del espacio Euclidiano o álgebras de Clifford. Para ello, empezaremos recordando las estructuras en el espacio Euclidiano del producto interno y del álgebra exterior para con ellas construir estas álgebras. Nos enfocaremos en propiedades algebraicas y geométricas de estas estructuras. Los complejos y los cuaternios son los primeros ejemplos de álgebras de Clifford. Enseguida motivaremos el estudio de funciones con valores en estas álgebras. Este formato permite considerar simultáneamente funciones escalares, vectoriales o formas diferenciales. Así el operador de Helmholtz, de Maxwell o de Dirac aparecen naturalmente. Nuestra meta es motivar el estudio de propiedades de estas clases de funciones y presentar algunos ejemplos.

**¿Qué es una álgebra  $Q$ ? (CDV)**

María de Lourdes Palacios Fabila (pafa@xanum.uam.mx)

En esta plática se dará un vasto panorama sobre cierto tipo de álgebras topológicas: las  $q$ -álgebras. se presentarán propiedades que las caracterizan, conceptos que las generalizan, desde álgebras de Banach, pasando por las normadas y considerando álgebras más generales tanto con unidad como sin ella. se darán algunos ejemplos pertinentes y se finalizará con la presentación de un tipo de álgebras menos populares como son las álgebras espectrales.

**Normas tensoriales e ideales de operadores. (CDV)**

Samuel García Hernández (samuelg@ciimat.mx)

Es bien conocido que la norma tensorial proyectiva clasifica operadores continuos entre espacios de Banach. En esta charla se precisará el concepto de norma tensorial y de ideal de operadores así como propiedades elementales de cada concepto. Se mostrará la correspondencia biyectiva que existe entre normas tensoriales finitamente generadas e ideales de operadores maximales.

**Análisis de Multiresolución en Espacios de Bergman.** (CDV)*Josué Ramírez Ortega* (jro3001@gmail.com)

El Análisis de Multi-resolución clásico, construido mediante una representación discreta del grupo afín sirve de motivación para realizar construcciones similares en diversos grupos con representaciones en espacios de funciones. En esta plática se muestra una representación de un subgrupo discreto del grupo de Blaschke en el espacio de funciones analíticas. También se muestra una aplicación en el procesamiento de imágenes.

**Centralizando canciones con centros de Chebyshev.** (CDV)*Victor Perez Garcia* (victperez@uv.mx)

La idea general es mostrar cómo las técnicas del análisis matemático se pueden aplicar a la vida cotidiana, en particular a la música popular. Más precisamente, dado los acordes en la guitarra de una canción cualquiera, se aplica la técnica de Centros de Chebyshev para hallar la versión que está "más en medio" de entre todas las versiones. Se presenta también una nueva app que automatiza los acordes en guitarra y que fue desarrollada mediante estas técnicas. Habrá demostración con guitarra.

---

## Análisis Numérico y Optimización

Coordinador: Silvia Jerez Galiano  
 Edificio 221, Aula B  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN		Michael Porter Kamlin	Mirám Báez Hdez.	Javier Martínez D.
9:30–10:00			Ivonne Lilian Martínez	Ariel Camacho G.	Carlos A. Torres
10:00–10:30	RECESO		Francisco Salem Silva	<b>Eduardo Macías Díaz</b>	<b>Blanca Bermúdez J.</b>
10:30–11:00	PLENARIA		Saúl Díaz Infante	Alina Sotolongo Aguiar	
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO		<b>María Luisa Sandoval</b>	Eliecer Ospino Portillo	Sergio E. Yarza
12:00–12:30			Pablo Venegas García	Miguel Ángel Uh Z.	<b>Martín Alberto Díaz</b>
12:30–13:00			María Margarita M.		
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00			<b>TARDE LIBRE</b>	Luz María González U.	Omar A. Cuervo
17:00–17:30				Fermín Guerrero S.	José S. Flores Hdez
17:30–18:00				<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30				<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Ajuste óptimo para modelos con algunos parámetros lineales. (CI)

R. Michael Porter Kamlin, Alberto Herrera Gómez (mike@math.cinvestav.edu.mx)

El problema del mejor ajuste de un conjunto de datos observados  $\{(t_j, y_j)\}$  de acuerdo con un modelo teórico  $y = f(t; \vec{p})$  consiste en encontrar la mejor combinación de parámetros  $\vec{p} = (p_1, \dots, p_K)$  en el sentido de minimizar la cantidad

$$\chi^2(f_{\vec{p}}) = \sum_j \frac{(f(t_j; \vec{p}) - y_j)^2}{\sigma_j^2}$$

donde frecuentemente los pesos se toman como  $\sigma_j^2 = y_j$ , el valor observado correspondiente. Las técnicas comunes de ajuste, por ejemplo el de Levenberg-Marquardt, se aproximan al valor óptimo de  $\vec{p}$  aplicando algún variante del método de Newton para que el gradiente de  $\chi^2$ , como función de  $\vec{p}$ , se anule. Cuando el número de parámetros es muy grande (por ejemplo, cuando  $f_{\vec{p}}$  se forma de un número grande de picos Gaussianos), el trabajo de manejar la matriz Hessiana de  $\chi^2$  se pone formidable. Desde luego, cuando  $f_{\vec{p}}$  es lineal en  $p_1, \dots, p_n$ , tales técnicas son innecesarias puesto que se puede optimizar con una sola aplicación de Mínimos Cuadrados. Supóngase que la dependencia de algunos de los parámetros  $q_1, \dots, q_N$  es lineal mientras de otros  $p_1, \dots, p_M$  no lo es, o sea

$$f(t; \vec{p}; \vec{q}) = \sum_{n=1}^N \varphi(t; \vec{p}) q_n.$$

Mostraremos que las técnicas clásicas de ajuste se pueden acelerar enormemente, esencialmente aplicando Mínimos Cuadrados a las variables  $\vec{q}$ , así reduciendo la complejidad del aspecto no-lineal. La única modificación necesaria es de modificar el cálculo de las derivadas parciales de  $\chi^2$ , reemplazando valores desplazados como

$$\chi^2(p_1, \dots, p_m + \delta_m, \dots, p_M; q_1, \dots, q_N)$$

con

$$\chi^2(p_1, \dots, p_m + \delta_m, \dots, p_M; \vec{q}^*(p_1, \dots, p_m + \delta_m, \dots, p_M)),$$

donde  $\vec{q}^*$  se obtiene por Mínimos Cuadrados en el punto correspondiente.

**Algoritmo de Remez con norma asimétrica para el caso de interpolación tipo Hermite. (RI)**

*Ivonne Lilian Martínez Córtes, Miguel Antonio Jimenéz Pozo (yvonmtz@hotmail.com)*

El algoritmo de Remez es quizás el método más utilizado para calcular el polinomio de mejor aproximación uniforme a una función real continua sobre un intervalo cerrado, mediante polinomios algebraicos de algún grado prefijado, los cuales forman en este caso, la clase de funciones aproximantes. Este algoritmo ha sido extendido replanteando diferentes aspectos del algoritmo clásico, como ejemplo podemos mencionar el trabajo de Moursund, Loeb, Schumaker y Taylor. Durante la plática, presentaremos el algoritmo de Remez correspondiente al caso en el que la norma uniforme originalmente empleada, ha sido sustituida por cierta norma asimétrica, y se explicará cómo este algoritmo de Remez con norma asimétrica, puede ser empleado para el caso en el que el conjunto de funciones aproximantes es el de los polinomios de interpolación tipo Hermite. Mostraremos además una alternativa para su implementación que reduzca los tiempos de ejecución del mismo.

**El buscador de raíces de Chebyshev. (RI)**

*Francisco Sergio Salem Silva, Esteban Escamilla Navarro, Armando Sánchez Ungaray (fsergios@gmail.com)*

El buscador de raíces de Chebyshev Chebfun es un proyecto desarrollado por el Grupo de Análisis Numérico de Oxford (NAG) es una colección de algoritmos, y un sistema diseñado con los principios de la Programación orientado a objetos implementado en MATLAB, que extiende muchos de los métodos numéricos usados para matrices y vectores a operadores y funciones continuas. Este sistema es muy eficiente para realizar aproximaciones de integrales, derivadas, solución de ecuaciones diferenciales etc. En particular sirve para encontrar raíces de funciones trascendentales, en su página en los ejemplos de Chebfun guide encuentran los 2001 ceros que tiene la función  $\exp(x) * \sin(1000 * \pi * x)$  en un tiempo aprox. de 0.543148 segundos. Y con una exactitud de 4.440892098500626e-16. ¿Pero qué es lo que tiene esta caja negra que funciona tan bien? En este trabajo describimos como funciona esta caja, más precisamente desarrollamos los tres pasos del procedimiento para calcular las raíces, primero aproximamos  $f(x)$  en  $[a, b]$  por medio de un polinomio usando interpolación adaptiva de Chebyshev, segundo paso construimos la matriz compañera de Chebyshev-Frobenius cuyos elementos son funciones triviales de los coeficientes del interpolante. Tercero calculamos todos los valores propios de la matriz compañera, los valores propios que se encuentren en el intervalo son muy buenas aproximaciones de las raíces. También implementamos en python una caja negra que use esta técnica para encuentre todos los ceros de una función.

**Métodos Steklov para ecuaciones diferenciales estocásticas. (RT)**

*Saúl Díaz Infante Velasco (sauld@cimat.mx)*

En el mundo de las aplicaciones, los modelos juegan un papel esencial pues es su propósito describir y predecir algún fenómeno, por ello, un modelo será útil, sólo si lo podemos resolver. Sin embargo, en general no es posible encontrar una solución analítica. Por otra parte, es deseable que un modelo capture y reproduzca la realidad sin caer en estructuras tan complejas que pudiesen impedir su análisis. En este sentido, aparecen las técnicas de modelado con ruido y en particular las ecuaciones diferenciales estocásticas. En esta charla hablaremos de como aproximar este tipo de ecuación diferencial a partir del promedio de Steklov.

**Pruebas de trazadores: modelación y simulación numéricamente. (CI)**

*María Luisa Sandoval Solís, Manuel Coronado, Gabriela Susana Escobar, Simón Grande (mlss@xanum.uam.mx)*

Las pruebas de trazadores en yacimientos petrolíferos consiste en inyectar un fluido (agua) con una sustancia radiactiva (o química) en el medio poroso y monitorea su arribo en el o los pozos productores. A partir de los resultados del monitoreo se genera, por cada pozo de extracción, una gráfica de concentración vs. tiempo, llamada curva de surgencia. Esas curvas se utilizan para determinar los canales de comunicación en el yacimiento y las propiedades como porosidad, coeficiente de retraso por absorción, espesor de la capa productora, saturación residual de aceite, etc. Hasta el momento, hemos estudiado la dinámica de los trazadores cuando las pruebas se realizan en un pozo de inyección-extracción o en un pozo con flujo bipolar. Durante la presentación de ambos problemas destacaremos las dificultades que hemos enfrentado al modelar y el tipo de métodos numéricos que hemos empleado para generar las simulaciones. Además de mostrar los resultados numéricos.

**Modelación de flujo vehicular con rampas de entradas y salidas de autos y otras variantes. (RT)**

*Pablo Venegas García, Patricia Saavedra Barrera (pvenegas.garcia08@gmail.com)*

En el presente trabajo se expondrán brevemente el modelo de primer orden de Lighthill-Witham y el modelo de segundo orden de Kerner-Konhäuser que se usan para estudiar los problemas que ocurren en autopistas o carreteras con tráfico pesado. Estos modelos son del tipo macroscópico y se plantean por medio de ecuaciones en derivadas parciales cuya solución debe ser aproximada utilizando métodos numéricos. En particular, en este trabajo se utilizó el esquema de Lax-Wendroff en su formulación conservativa para analizar distintas situaciones de tráfico como la reducción de carriles y/o la existencia de entradas y salidas de automóviles en una carretera.

**Relajación lagrangiana como herramienta de solución en la optimización de costos logísticos de materiales importados desde Aisa.** (RI)*Maria Margarita Molina de la Torre, Miguel Mata Pérez (margarita.kmt@gmail.com)*

Una empresa localizada en Nuevo León dedicada a la fabricación de refacciones plásticas requiere hacer la planeación de la distribución de su materia prima de origen asiático, la cual representa un gran porcentaje de su inventario total. Ha sido desarrollado un modelo de programación lineal entero mixto con el objetivo de minimizar los costos logísticos: proveeduría, almacenamiento, transporte, utilización de puertos en Asia y América, y renta de centros de consolidación en Asia. Las técnicas exactas han demostrado proveer buenas soluciones a la problemática real de la empresa. Sin embargo, debido a la gran cantidad de datos, restricciones y complejidad de las políticas de la empresa, el modelo planteado requiere mucho tiempo computacional alcanzar la solución óptima. Por lo anterior es necesario desarrollar una metodología que proporcione una solución cercana al óptimo, en un tiempo razonable. Por su parte, la relajación lagrangiana ha demostrado ser una poderosa herramienta de solución a los problemas de optimización entera. En este trabajo se presentaran algunas herramientas lagrangianas desarrolladas para la solución matemática del modelo.

**Implementación de esquemas de aproximación para programas lineales infinitos.** (RT)*Miriam Guadalupe Báez Hernández, Martha Lorena Avendaño Garrido, José Rigoberto Gabriel Argüelles (miriam.baez.hdez@gmail.com)*

Una de las técnicas más importantes de programación lineal infinita es la teoría de aproximación, para lo cual es necesario buscar condiciones bajo las cuales existen soluciones para un problema en particular. En Hernández-Lerma y Lasserre (1998) se propone un esquema de aproximación general para programas lineales infinitos de la forma  $P: \text{minimizar}\{Ax = b, x \text{ en } X^+\}$ , donde  $X, Y$  son dos espacios vectoriales,  $A$  un operador lineal débilmente continuo definido de  $X$  a  $Y$ , y  $X^+$  denota el cono positivo en  $X$ . En Hernández-Lerma y Lasserre se definen supuestos bajo los cuales se propone un esquema de aproximación para el problema antes definido. El esquema de aproximación requiere dos procedimientos: 1. Esquema de agregación-relajación. 2. Aproximación interna. Aplicando lo anterior, el problema de programación lineal infinita es discretizado en un problema de programación lineal infinita cuya solución converge a la solución del problema infinito. En el trabajo antes mencionado, se verifica que el problema de transferencia de masas de Monge-Kantorovich satisface los supuestos necesarios. Nuestro objetivo es implementar el esquema propuesto por Hernández-Lerma y Lasserre, aplicándolo al problema de transferencia de masas de Monge-Kantorovich. Para ello, se trabaja sobre un espacio de medidas de probabilidad definidas en  $[0, 1] \times [0, 1]$  y el espacio de funciones continuas acotadas en  $[0, 1] \times [0, 1]$ , lo anterior usando los polinomios ortogonales de Bernier.

**Problemas de control óptimo: Algoritmos y aplicaciones.** (CDV)*José Ariel Camacho Gutiérrez (jose.camacho@cimat.mx)*

Los problemas de control óptimo consisten en encontrar una función, llamada 'control', de manera que la dinámica de una variable de 'estado' cumpla ciertas restricciones deseadas, que el control tenga características impuestas, y que se minimice un funcional, conocido como 'costo'. En otras palabras, dado un modelo se busca una función auxiliar que optimice la dinámica. La mayoría de las aplicaciones de esta área se hallan en la ingeniería, pero recientemente ha aumentado la investigación de problemas biológicos desde la perspectiva de los controles óptimos. Esta plática tiene dos objetivos: el principal es dar a conocer un panorama general de los algoritmos numéricos que se utilizan para resolver problemas de control óptimo, y como objetivo secundario se tiene la intención de mostrar algunas aplicaciones de estos problemas en el contexto de epidemiología y de tratamientos para el cáncer.

**Consistencia dinámica de métodos numéricos.** (CI)*Jorge Eduardo Macías Díaz (jemacias@correo.uaa.mx)*

En esta charla definiremos el concepto de método dinámicamente consistente en el contexto del análisis numérico. El concepto de consistencia dinámica fue acuñado hace una década por Ronald E. Mickens con el fin de describir algunas de las propiedades satisfechas por sus discretizaciones. Nosotros extenderemos esta noción un poco más con el objeto de englobar varios escenarios particulares. Hecho ésto, se proporcionarán algunos modelos matemáticos sencillos para los cuales existen discretizaciones en diferencias finitas dinámicamente consistentes. Se compararán analíticamente algunas de dichas discretizaciones con el objeto de elucidar ventajas y desventajas matemáticas, computacionales y físicas en cada una de ellas. Finalmente, se considerarán modelos más complejos para los cuales las perspectivas de discretización continúan brindando las mismas ventajas (y desventajas). Dependiendo de la disponibilidad del tiempo, también se proporcionarán ejemplos de discretizaciones de elemento finito dinámicamente consistentes, así como algunas aplicaciones a sistemas acoplados de ecuaciones diferenciales parciales alineales.

**Convergence of two dimensional slow disresystems.** (CI)*Alina Sotolongo Aguiar, Francisco J. Solís (alina.sotolongo@cimat.mx)*

In addition to its theoretical importance, slow systems are relevant in many applications of modeling in Biology, Biochemistry, Medicine and Finances. Our goal is to study two dimensional slow dynamical systems as a first step to analyze the behavior of general discrete

slow systems. Which is a very general problem that can be too difficult to analyze directly. In this work sufficient conditions for the convergence of two dimensional quadratic slow discrete systems to nonhyperbolic fixed point are given. Also several two dimensional examples are presented to illustrate the use of the previous results.

#### **Un método de diferencias finitas para un problema de valores en la frontera de tercer orden. (CI)**

*Jorge Eliecer Ospino Portillo (jospino@uninorte.edu.co)*

Este trabajo se refiere a una aplicación del método de diferencias finitas [1], para resolver un problema de valores en la frontera de tercer orden no-lineal, el cual Zhanbing Bai en el 2008 [2] probó la existencia de al menos una solución, usando el teorema del punto fijo de Schauder. La formulación discreta del problema se traslada a un algoritmo que pueda ser resuelto numéricamente por medio de un código computacional generado en el lenguaje de Matlab [3], obteniéndose soluciones positivas para el problema. **Referencias:** [1] Thomas, J. W. *Numerical partial differential equations: Finite difference methods*, Springer- Verlag, New York, Inc. (1995). [2] Zhanbing Bai, *Existence of solution for some third-order boundary value problems*, Electronic Journal of Differential Equations, (2008), No 25, 1–6. [3] Matlab, Available: <http://www.mathworks.com>.

#### **Diferencias finitas implícitas de alto orden para la aproximación de la segunda derivada. (CI)**

*Miguel Ángel Uh Zapata (angeluh@cimat.mx)*

En esta plática se presentará una familia de diferencias finitas implícitas para aproximar la segunda derivada con cualquier orden de precisión y se mostrarán algunas de sus aplicaciones en la solución de ecuaciones diferenciales parciales. Los métodos son llamados implícitos porque al aproximar la segunda derivada de una función, no sólo se requiere la evaluación de dicha función en varios puntos, sino también la misma segunda derivada forma parte de las incógnitas. La deducción de los métodos implícitos están basados en la teoría de onda plana y expansiones en Series de Taylor. La formulación implícita es obtenida mediante pequeñas modificaciones de la forma explícita y sólo requiere la adición de sistemas con matrices tridiagonales. Esto hace que los métodos implícitos sean muy atractivos, dado que pueden tener ordenes de precisión mucho más altos con un costo computacional similar al del método tradicional.

#### **Modelando los efectos del VPH en células basales del cuello uterino. (CI)**

*Luz María González Ureña, Francisco Javier Solís Lozano (lmgonzalez@cimat.mx)*

En este trabajo se propone un modelo de reacción difusión advección para la evolución de las células basales del cuello uterino infectadas por VPH que corresponden a diferentes etapas de lesiones precancerosas. Hemos desarrollado un método numérico no estándar para analizar el modelo propuesto.

#### **Topografía de superficies usando tecnica de moire de sombra. (CI)**

*W. Fermin Guerrero Sanchez, Blanca Bermudez Juarez, Claudia Mariana de la Rosa Pérez (wferming@gmail.com)*

El efecto de moiré producido por la técnica de sombra permite obtener la elevación fuera del plano de la superficie y se representa esencialmente por un mapa de contornos del objeto estudiado. Este mapa de contornos puede ser reconstruido por la técnica de corrimientos de fase. La técnica de moiré por sombra utiliza una sola rejilla, la cual es iluminada frente al objeto y produce una sombra sobre el mismo, al observar a éste a través de la rejilla se forman las franjas moiré por la superposición de la rejilla y su sombra sobre el objeto. En este trabajo se muestra como se modela matemáticamente este fenómeno y se listaran algunas aplicaciones.

#### **Método espectral para el problema de Sturm-Liouville fraccionario. (RT)**

*Francisco Javier Martinez Deferia, Miguel Angel Moreles Vázquez y Joaquín Peña Acevedo (fjmartinezdeferia@gmail.com)*

El cálculo fraccionario es una teoría que generaliza las nociones de diferenciación e integracion entera, a una diferenciación e integracion de orden fraccionario. En las ultimas décadas ecuaciones diferenciales que involucran operadores diferenciales fraccionarios, han mostrado ser modelos mas apropiados en muchos sistemas de ciencia e ingeniera. Por otra parte, los Metodos Espectrales (ME) buscan soluciones aproximadas a una ecuación o sistema de ecuaciones diferenciales a traves de términos de una serie (truncada) dada por funciones ortogonales, existen varios tipos de ME, los mas conocidos son: Metodo de Colocacion (MC), Tau y Galerkin. En este trabajo se propuso y desarrollo un Metodo Espectral (ME) basado en un MC para resolver un problema del tipo Sturm-Liouville asociado a la Ecuacion de Schrödinger Fraccionaria (ESF) (que aparece en mecánica cuántica) propuesta por Laskin (2000). Finalmente se plantea un problema inverso asociado a la ESF que se aborda con un enfoque Bayesiano.

#### **Aplicación de esquemas con funciones de base radial a ecuaciones diferenciales fraccionarias. (CDV)**

*Carlos Alberto Torres Martinez, Fernando Brambila Paz (inocencio3@gmail.com)*

El creciente interés en el Cálculo Fraccionario y Ecuaciones Diferenciales Fraccionarias se debe en gran medida a sus aplicaciones a dinámica de fluidos, electrodinámica, campos magnéticos, procesos multidimensionales y diversos problemas en ingeniería. Sin

embargo, en esta área hay mucho sin explorar y las aplicaciones se han dado sin un sustento teórico que justifique o unifique las distintas definiciones de derivada. Una alternativa, que se propone para resolver ecuaciones fraccionarias es aplicar interpoladores en términos de funciones de base radial, un ejemplo de los llamados “métodos sin malla”, el cual resulta también como una opción para generalizar al Cálculo Vectorial Fraccionario. En esta ponencia se pretende dar un repaso histórico del Cálculo Fraccionario y explicar la metodología con funciones de base radial para resolver ecuaciones diferenciales fraccionarias.

**Las Ecuaciones de Navier-Stokes en dos diferentes formulaciones: función corriente-vorticidad y velocidad-vorticidad con números de Reynolds moderados y altos. (CI)**

Blanca Bermúdez Juárez, W. Fermín Guerrero, René Posadas (bbj@cs.buap.mx)

En este trabajo se presentan dos problemas: El problema de los Vórtices de Taylor y el de la cavidad con tapa deslizable. Ambos problemas son resueltos usando la formulación Función corriente-vorticidad de las ecuaciones de Navier-Stokes en 2D. Los resultados son obtenidos usando dos métodos: Un método iterativo de punto fijo y otro trabajando con las matrices A y B resultantes de la discretización del Laplaciano y del término advectivo respectivamente.

**Una aproximación numérica del espectro del operador de Sturm-Liouville generalizado. (RI)**

Sergio Enrique Yarza Acuña (sergio.yarza@gmail.com)

El operador de Sturm-Liouville de orden  $n > 2$  es, en general, no autoadjunto. Por esta razón, la mayoría de los métodos numéricos existentes para encontrar eigenvalores no son aplicables en este contexto. Si, además, se considera el problema sobre toda la recta real, con potenciales cuyo soporte no es compacto, no se encuentran métodos numéricos aplicables. En esta plática, hablaré de una descomposición de la matriz de dispersión correspondiente al operador de orden  $n$ , que permite definir un método numérico para encontrar parte de los eigenvalores del operador.

**Un modelo de flujo y transporte en medios porosos para la simulación del proceso de inyección de agua de baja salinidad a escala de laboratorio. (CI)**

Martín Alberto Díaz Viera, Manuel Coronado (mdiazv@imp.mx)

Se presenta un modelo para la simulación del proceso de recuperación adicional de aceite por inyección de agua de baja salinidad a escala de núcleos en laboratorio. Se describen cada una de las etapas de desarrollo del mismo que consisten en los modelos matemático, numérico y computacional. El modelo matemático está formado por un sistema de ecuaciones diferenciales parciales no lineales acopladas de flujo bifásico agua-aceite con transporte de sal, que se resuelve numéricamente usando un método de elemento finito en el espacio y de diferencias finitas hacia atrás resultado un esquema completamente implícito. Su implementación computacional se realizó en Comsol Multiphysics. El modelo fue aplicado para reproducir los datos de recuperación de aceite obtenidos de un experimento de desplazamiento en un núcleo de Berea. Se muestra que el modelo desarrollado reproduce adecuadamente los resultados experimentales a escala de laboratorio. **Referencias.** [1] Coronado M., Díaz-Viera, M., *Mechanistic modeling of low salinity waterflooding processes with cation exchange, mineral dissolution and fines migration 1: theoretical model*. 8th International Conf. on Porous Media & Annual Meeting, (2016). [2] Díaz-Viera, M., Coronado M., *Mechanistic modeling of low salinity waterflooding processes with cation exchange, mineral dissolution and fines migration 2: numerical solution*. 8th International Conf. on Porous Media & Annual Meeting, (2016).

**Solución numérica de la ecuación de onda en medios aleatorios y heterogéneos. (RT)**

Omar Andrés Cuervo Fernández (oacuervof@unal.edu.co)

En la actualidad gran parte del área de estudio de la física, matemática y disciplinas derivadas como las ingenierías se centran en problemas donde se debe dar solución a ecuaciones diferenciales parciales que en muchos casos se deben aproximar numéricamente debido a la complejidad de su solución analítica. Vamos a estudiar la ecuación de Onda en dos dimensiones para medios heterogéneos y aleatorios que es un tipo de ecuación diferencial parcial estocástica, con una aplicación Geofísica en el estudio de la propagación de ondas sísmicas en la tierra cuyos medios están caracterizados por funciones de covarianza. Se presenta una herramienta para describir el coeficiente de velocidad de propagación como una expansión en serie de funciones determinísticas acompañadas de los respectivos coeficientes aleatorios los cuales deben variar de forma sistemática entre sí, llamada la expansión de Karhunen-Loève (KL) utilizando funciones de covarianza para la descripción del medio. Debido a la naturaleza de la ecuación, se requiere dos tipos de discretizaciones, donde presentamos el método de diferencias finitas para la discretización temporal e implementamos el método de elementos finitos en la discretización espacial como herramientas de aproximación numérica a la solución de la ecuación de onda estocástica. Por último, utilizamos el método Monte Carlo para aproximar el valor esperado de las soluciones, mostrando resultados experimentales para el problema con condición de frontera de Neumann en distintos escenarios, trabajando con diversos parámetros y algunos estudios de error para mostrar la efectividad y convergencia de los métodos presentados. **Algunas referencias:** [1] J. Galvis y M. Sarkis, *Approximating infinity-dimensional stochastic darcys equations without uniform ellipticity*, SIAM, 2009. [2] R. Tempone y I. Babuska, *Galerkin finite element approximations of stochastic elliptic partial differential equations*, Society for

Industrial and applied mathematics, 2004. [3] J. Galvis y H. Versieux, *Introducao a aproximacao numerica de equacoes diferenciais Pparciais via o metodo de elementos finitos*, IMPA, 28 Coloquio Brasileiro de Matematica. [4] J. Carcione y G. Herman, *Seismic modeling*, Geophysics Vol. 67 No. 4, 2002.

**Aproximación numérica de sistemas parabolicos no lineales mediante el método de soluciones superiores e inferiores.** (RI)  
José Salvador Flores Hernández (chavaflores@cimat.mx)

Las ecuaciones diferenciales no lineales están presentes en diversas áreas de la ciencia y probar la existencia de una única solución es fundamental para su análisis, En esta ponencia mostramos la unicidad para un sistema parabólico no lineal además proporcionamos una aproximación numérica a dicha solución. Mediante el método de diferencias finitas y el método de soluciones superiores e inferiores obtenemos un sistema iterativo del tipo Piccard el cual genera sucesiones monótonas que convergen a la solución del problema continuo.

---

## Biomatemáticas

Coordinador: Mayra Núñez López  
 Edificio 221, Aula Isóptica 4  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>		Natalia B Mantilla	Elizabeth Santiago	Salomón Jesús Alas
9:30–10:00				Julio Cesar Enciso	
10:00–10:30	RECESO		Fernando Saldaña G	Juan Antonio Vega	Angélica Rivera
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Alvaro Reyes García	Manuel Adrian Acuña	Valeria García
11:00–11:30			<b>RECESO</b>		
11:30–12:00	TRASLADO		Yarith N Domínguez	David Baca Carrasco	José Daniel Alcázar
12:00–12:30			Claudia Netzahualcoyotl	Juan Carlos Hernández	Judith A Roldán
12:30–13:00			Leonardo Remedios	Cruz Vargas de León	Erika E Rodríguez
13:00–13:30		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>COMIDA</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30		Gabriela Durán M	Celia Martínez Lázaro		
17:30–18:00		Celia Martínez L	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30		Fco Javier Bautista			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**El modelo de regresión de Cox y el uso de datos de supervivencia.** (RT)  
 Luis Gustavo Lorenzo Pablo, Martha Lorena Avendaño Garrido (gus\_01\_nov@hotmail.com)

El Análisis de Supervivencia es un área de la estadística que se encarga de estudiar el tiempo de ocurrencia de algún evento en particular, llamado evento de interés. Por ejemplo, cuando se estudia la duración de los matrimonios en una sociedad determinada, el evento de interés es el divorcio; cuando se estudia el tiempo en que un niño aprende a leer, el evento de interés es que el niño lea por primera vez; o cuando se estudia el tiempo de supervivencia de un paciente con cáncer, el evento de interés es la muerte del paciente. En este trabajo, estudiaremos este tipo de eventos de interés. Supongamos que se observan durante algún intervalo de tiempo un grupo de pacientes con alguna enfermedad terminal. Algún paciente podría morir por causas ajenas a la enfermedad estudiada, y no observaríamos el evento de interés, en este caso, el dato no nos aporta la misma información, ya que se considera un dato incompleto, llamado dato censurado por la derecha. Haciendo un Análisis de Supervivencia se pueden comparar dos tratamientos médicos diferentes y decidir cuál es el mejor para algún paciente, con base en información obtenida a través de ensayos clínicos con otros pacientes. Esta es una razón por la cual el Análisis de Supervivencia es muy importante en medicina. La parte matemática detrás de los modelos, no es objeto de estudio de los médicos, pero la utilidad de ella sí. Actualmente, uno de los modelos más utilizados para verificar la eficacia de tratamientos nuevos es el modelo de Regresión de Cox. El cual, ayuda a estimar el tiempo de esperanza de vida de un paciente con cierta información médica extra como edad de diagnóstico, edad del paciente, tratamiento, entre otras, llamadas covariables. En Análisis de Supervivencia hay dos funciones de especial interés, la función de supervivencia y la función de riesgo. La función de supervivencia  $S(t)$  representa la probabilidad de que un individuo sobreviva hasta un tiempo  $t$ , y la función de riesgo  $h(t)$  representa la razón de mortalidad instantánea y es utilizada para expresar el riesgo o peligro de muerte en algún tiempo  $t$  condicionada a que el paciente haya sobrevivido a ese momento. El modelo de Cox se define a través de la función de riesgo base. Se estudiará el modelo de Cox totalmente paramétrico, es decir, la función de riesgo se considera paramétrica. Se usará una función de tipo exponencial o weibull, ya que ambas funciones tienen colas largas hacia la derecha como los histogramas de los datos de supervivencia. Los parámetros del modelo se estimarán usando el método de máxima verosimilitud, para lo cual se definirá la función de verosimilitud para datos censurados por la derecha. Se analizarán datos clínicos de cáncer de laringe y cáncer de pulmón, que se encuentran en el paquete KMSurv y survival respectivamente del software libre R. Los datos reales se analizarán para ver el riesgo de muerte entre pacientes con distintos valores de covariables, para poder saber cuáles son las condiciones que afectan más a un paciente, como por ejemplo el tipo de tratamiento, la edad u otra enfermedad ajena al cáncer que en nuestro caso es la enfermedad primordial y a estudiar.

**Análisis multifractal de la rama de un ciprés. (CI)**

Gabriela Durán Meza, José Luis del Río Correa (igabydu@gmail.com)

Se construye una cubierta fractal autosimilar con 3 funciones iteradas, cuya geometría se asemeja a la forma de la rama de un pino ciprés. Se genera un multifractal estadístico sobre la rama de pino y se calculan sus espectros ópticos y espectros de dimensiones utilizando un análisis multifractal. Se realiza un análisis gráfico, con la ayuda de las probabilidades acompañantes del multifractal estadístico con las que se pueden visualizar los subconjuntos multifractales contenidos en el Multifractal, además se demuestra la importancia computacional de las probabilidades acompañantes ya que no sólo construimos la geometría del la rama del pino ciprés sino también reproducimos su pigmentación.

**Modelos de infecciones virales in vitro con efecto de absorción en el incremento de la población de virus. (RT)**

Celia Martínez Lázaro (ailec840@hotmail.com)

El modelo básico de infecciones virales se ha usado ampliamente en infecciones in vivo como VIH y Hepatitis. Para infecciones in vitro en líneas celulares se han propuesto algunos modelos que describen el ciclo reproductivo del virus, pero que ignoran el efecto de absorción de las partículas virales. en este trabajo extendemos los modelos para infecciones in vitro con el efecto de absorción. este efecto es la primera fase del ciclo reproductivo y de infección viral. SE analiza el número reproductivo básico( $R_0$ ), que es número umbral de la infección.

**Desarrollo de la estimulación inmunológica natural y soluciones periódicas para la tos ferina. (RT)**

Francisco Javier Bautista Zúñiga (fbfranciscojavier@gmail.com)

La tosferina es una enfermedad bacteriana causada por el agente Bordetella pertussis que afecta las vías respiratorias, es altamente contagiosa y ocasiona una tos violenta e incontrolable con dificultades para respirar. Existen antibióticos, como la eritromicina, que pueden hacer desaparecer los síntomas de forma más rápida si se inicia un tratamiento a tiempo. Desafortunadamente la mayoría de los pacientes reciben el diagnóstico demasiado tarde y los antibióticos no son muy efectivos. Sin embargo, los medicamentos pueden ayudar a reducir la capacidad del paciente para transmitir la enfermedad. En casos graves la tos ferina puede ser causa de muerte. El desarrollo de una vacuna junto con una exhaustiva campaña de vacunación entre 1940 y 1950 ayudó a controlar la enfermedad en distintas regiones del mundo, sin embargo, después de algunas décadas (1990) se observó la reaparición de brotes, por lo que se ha cuestionado la eficacia original de dicha vacuna. Además, aunque es considerada como una enfermedad infantil, durante los últimos brotes también existen casos en adolescentes y adultos [1]. Lavine y Rohani [1] mostraron cómo se modifica el periodo interepidémico de la tos ferina con la cobertura de la vacuna para distintas tasas de pérdida de inmunidad, mientras que Dafilis y colaboradores [2] estudiaron cómo el desarrollo de la estimulación inmunológica natural de la tos ferina, junto con cambios en la longevidad de la población, modican la dinámica de la enfermedad de manera considerable. En este trabajo se abordó desde diferentes perspectivas el problema. Se reprodujeron los resultados principales de los artículos [1] y [2] y, se presentan los resultados obtenidos al estudiar la dinámica de la tos ferina considerando tanto la cobertura de la vacuna como el desarrollo de la inmunidad natural, dichos resultados son nuestra aportación al tema. **Referencias:** [1] Jennie S. Lavine & Pejman Rohani. *Resolving pertussis immunity and vaccine effectiveness using incidence time series*. Expert Rev. Vaccines 11 (11), 1319–1329 (2012). [2] M. P. Dafilis, F. Frascoli, J. G. Wood & J. M. Mccaw. *The influence of increasing life expectancy on the dynamics of SIRS systems with immune boosting*. ANZIAM J. 54 (2012), 50–63.

**Estocasticidad y determinismo en modelos epidémicos. (CI)**

Natalia Barbara Mantilla Beniers (nmantilla@ciencias.unam.mx)

Los modelos epidémicos más básicos permiten identificar requisitos sobre la tasa de contagio y duración de la infección que hacen posible que un patógeno invada una población hospedera dando lugar a un brote epidémico. Es frecuente utilizar sólo modelos deterministas en el estudio las condiciones necesarias para la invasión, pero la estocasticidad inherente al proceso de transmisión es particularmente importante en las etapas iniciales de un brote. Más aún, los patrones de recurrencia que predicen modelos epidemiológicos con forzamiento se modifican al introducir estocasticidad, y ésta es un ingrediente indispensable cuando queremos modelar posibles extinciones del patógeno en una población hospedera. Naturalmente, el estudio regional de la persistencia de un patógeno debe permitir la ocurrencia de extinciones locales, y el planteamiento de modelos espaciales (metapoblacionales) se beneficia considerablemente de incorporar la estocasticidad con que ocurren distintos procesos. En mi plática presentaré distintos modelos epidemiológicos espaciales y discutiré sus ventajas relativas.

**Mecanismos estabilizadores en una familia de modelos presa-depredador con estructura por edad. (RI)**

*Fernando Saldaña García, Fernando Saldaña, Francisco J. Solís (fernando.saldana@cimat.mx)*

En el presente trabajo construimos una familia de modelos presa-depredador con estructura por edad para modelar la dinámica de dos especies en interacción. Estos modelos consistirán esencialmente de un par de ecuaciones tipo McKendrick para las densidades de ambas especies, aumentadas con un término que describa las interacciones. Se proponen y analizan diferentes mecanismos biológicos de interés que nos permitan obtener interacciones viables entre ambas especies. Para hacer lo anterior llevamos a cabo análisis de bifurcación numérico sobre los parámetros e identificamos el rango de los mismos donde el modelo tiene equilibrios y/o soluciones periódicas estables que equivalen a la coexistencia de ambas especies.

**¿La competencia hace posible la coexistencia? (RI)**

*Alvaro Reyes García, Manuel Jesús Falconi Magaña (reyes@matem.unam.mx)*

Dos las interacciones más notables que se presentan entre las especies que cohabitan un ecosistema son la depredación y la competencia. En esta plática, analizamos el impacto que tiene la competencia en dichas especies. Concretamente, presentamos un modelo en el que  $n$  consumidores compiten por un recurso y damos condiciones necesarias para la existencia de un punto de equilibrio positivo que es atractor global. Lo anterior nos permite observar que el Principio de Exclusión Competitiva no es válido si existe competencia en el medio.

**Impacto de la edad en modelos epidemiológicos para infecciones respiratorias agudas. (RI)**

*Yarith Nayue Domínguez del Angel, Mayra Núñez-López, Jorge X. Velasco-Hernández (yarith\_angel@hotmail.com)*

En este trabajo se propone un modelo SEIR para enfermedades respiratorias basado en un sistema de ecuaciones diferenciales parciales considerado la estructura de edad en la población. La tasa de contacto entre infectados y susceptibles se introduce como una función dependiente de la edad. Es empleado el método de las curvas características en el sistema de ecuaciones para encontrar los estados o puntos de equilibrio y se encuentran las condiciones de estabilidad de los mismos. Finalmente, se discute la descripción epidemiológica relacionada con el análisis matemático del modelo.

**Problema directo electroencefalográfico para focos epilépticos en la corteza cerebral. (RT)**

*Claudia Netzahualcoyotl Bautista, José Jacobo Oliveros Oliveros María Monserrat Morín Castillo Gregario García Aguilar (netzahualcoyotl\_24@hotmail.com)*

En la actualidad hay un gran interés por la investigación sobre los métodos no destructivos para detección de fuentes de actividad bioeléctrica en el cerebro. Estos métodos tratan de identificar alguna(s) característica(s) el cerebro a partir del electroencefalograma (EEG) el cual registra la actividad eléctrica por medio de electrodos sobre el cuero cabelludo. La Electroencefalografía es una de las técnicas más conocidas de investigación no invasiva del cerebro. Por medio de ella se registran los potenciales en un electroencefalograma; estos potenciales provienen de la actividad eléctrica de los tejidos excitables, y se captan midiendo la diferencia de potencial existente entre un electrodo explorador y otro de referencia. Entre las ventajas de la técnica del EEG se encuentran que la información que proporciona se captura en tiempo real, de manera simple, es no invasiva además de económica. Por medio de esta técnica se han detectado posibles anomalías en el cerebro y una de sus principales aplicaciones se encuentra en el diagnóstico y detección de focos epilépticos. La epilepsia es una alteración neurológica crónica, caracterizada por crisis convulsivas recurrentes y espontáneas, producidas por descargas eléctricas anormales de las neuronas corticales. El Problema Inverso Electroencefalográfico (PIE) consiste en determinar, a partir del EEG medido sobre el cuero cabelludo, las fuentes de actividad bioeléctrica que lo generan. En este trabajo se proponen modelos para generar el EEG producido por un foco epiléptico ubicado en corteza cerebral. En estos modelos la fuente se ubica en el volumen de la corteza cerebral y en la superficie de separación del cerebro y el resto de la cabeza. El objetivo es obtener un modelo matemático para el Problema Directo Electroencefalográfico para zonas epileptógenas, con lo cual podamos reproducir el EEG de pacientes con diagnóstico de la epilepsia. Con ello se podrá estudiar el PIE para este tipo de fuentes.

**Análisis de bifurcaciones en un modelo de excitabilidad celular. (RT)**

*Leonardo Remedios Santiago, Lucía Cervantes Gómez, Marco Arieli Herrera Valdez (hostem.darkleo@gmail.com)*

Se presenta el análisis de bifurcaciones en un modelo biofísico bidimensional de excitabilidad celular, el cual fue derivado por los principios de difusión, deriva eléctrica y energía libre del sistema. El análisis de bifurcación se basa en dos parámetros de interés en el modelo: la contribución relativa de los canales de  $K^+$  respecto a los de  $Na^+$  (la cual modifica la cantidad de canales de  $K^+$  en la membrana y por consiguiente la corriente más grande en la restauración del potencial transmembranal) y la corriente de estímulo. Se presenta además una técnica para determinar las regiones donde se localizan los ciclos límite del sistema y determinar regiones de atracción, para el punto fijo del sistema, en regímenes de biestabilidad.

**Análisis de conectividad en redes neuronales mediante la aplicación de medidas de centralidad y clases topológicas usada en redes complejas. (CI)**

*Elizabeth Santiago del Angel, J. Fernando Peña Ortega, David Alcántara González (esantiago@im.unam.mx)*

En este trabajo se presenta un análisis de redes neuronales mediante la aplicación del enfoque de redes complejas con el objetivo de caracterizar la estructura de este tipo de redes e identificar patrones sobre conjuntos de datos que presentan diferentes condiciones, esto es, redes celulares en condiciones normales y aquellas redes que han sido alteradas bajo ciertos químicos para estudiar su efecto en la conectividad celular, mismas que pueden influir en el desarrollo de una enfermedad. Los datos usados son relacionados a redes celulares provenientes de ratones, donde tales redes neuronales son vistas y representadas matemáticamente como gráficas ponderadas no dirigidas para su análisis. El estudio sobre la conectividad es llevado a cabo por la aplicación de medidas de centralidad y el uso de un clasificador topológico basado en la comunicación local y global de la red. Esta presentación es dividida en dos partes: la primera parte es enfocada al procesamiento de datos para obtener los grafos de estudio que se asocian a las redes celulares y a la definición de los elementos biológicos que conformarán la gráfica; y la segunda parte consiste en la descripción y aplicación de las métricas de centralidad y comunicabilidad. Finalmente se presentan los resultados obtenidos sobre dos conjuntos de datos mostrando el grado de conectividad y comunicabilidad, la identificación de regiones críticas sobre la red, la definición de una clase topológica para este tipo de estructura, así como estadísticos generales que complementan su caracterización.

**Aplicación de pruebas de estacionariedad débil en series electrofisiológicas. (RI)**

*Julio Cesar Enciso Alva, Erika Elizabeth Rodríguez, Torres Margarita Tetlalmatzi Montiel (enciso.alva.jc@gmail.com)*

El estudio y diagnóstico de una gran cantidad de enfermedades depende de nuestra habilidad para registrar y analizar señales electrofisiológicas. Por ejemplo, electrocardiogramas de pacientes con riesgo de infarto, electroencefalogramas de pacientes con epilepsia, electroespínogramas que muestran lesiones en la médula espinal. Se suele asumir que estas señales son complejas: no lineales, no estacionarias y sin equilibrio por naturaleza. Pero usualmente no se comprueban formalmente estas propiedades. El objetivo principal de este trabajo es investigar la estacionariedad débil en registros de la actividad espontánea en el dorso de la médula espinal del gato anestesiado. Para lo cual se aplican las siguientes pruebas formales: Dickey-Fuller Aumentada, Priestley-Subba Rao y de Espectro de Ondeletras de Haar (HWTOS, por sus siglas en inglés). Estos métodos primero son probados con series artificiales cuyo comportamiento es conocido. Posteriormente se aplican al análisis de la estacionariedad en la serie de interés. Los resultados de las pruebas de Priestley-Subba Rao y de HWTOS indican que los registros de la médula espinal son no-estacionarios. Aunque la prueba de Dickey-Fuller indica que la serie es estacionaria, se muestra porqué no se puede aceptar ese resultado. Todos los análisis son realizados con el software estadístico R, accesible para el público de manera gratuita.

**Ingeniería inversa de redes regulatorias genéticas: un acercamiento del álgebra computacional. (RI)**

*Juan Antonio Vega Garfías, Beatriz Carely Luna Olivera (javega@math.cinvestav.edu.mx)*

La creciente acumulación de información genética y el avance de las técnicas experimentales han abierto una nueva frontera en la ingeniería biomédica. Con la disponibilidad de componentes bien caracterizados de las redes de genes naturales, el escenario está listo para la ingeniería inversa de redes regulatorias mediante el uso de todas las capacidades computacionales y funcionales sofisticadas. Las redes regulatorias son uno de los tipos de redes biológicas más frecuentes y fundamentales cuyos actores principales son los genes que regulan a otros genes. Estas interacciones se pueden representar por medio de una red, donde los nodos representan a los genes, y las aristas representan sus interacciones (tipo de regulación, e. g. activación o inhibición). Podemos asociar a cada vértice de la red un nivel de proteína producida, entendiéndose que la red es dinámica. El problema inverso o la ingeniería inversa de una red regulatoria, infiere, es decir, reconstruye las interacciones en una red dados los datos de expresión observados. En esta presentación consideramos como marco de referencia de modelación de reconstrucción a los Sistemas Dinámicos Finitos Multivariados (SDFM). El ejemplo de SDFM más estudiado es el de los modelos de redes Booleanas. La reconstrucción de sistemas de polinomios sobre campos finitos constituye una generalización de las redes Booleanas. Hacemos la suposición adicional de que el conjunto de estados de los nodos se puede dotar con la estructura algebraica de un campo finito, el cual nos permite usar técnicas del Álgebra Computacional. En esta charla presentamos avances del trabajo.

**Modelado de la enfermedad de chagas: Interacción entre el ciclo doméstico y silvestre. (CDV)**

*Manuel Adrian Acuña Zegarra, Dabiel Olmos Liceaga, Jorge X. Velasco Hernández (m.adrian.a.z@gmail.com)*

La enfermedad de chagas, también conocida como tripanosomiasis americana, es una enfermedad potencialmente mortal causada por el parásito protozoo *Trypanosoma cruzi* y se calcula que en la actualidad hay en el mundo entre 6 y 7 millones de personas infectadas, los cuales en su mayoría se encuentran en América Latina. Una de las características a resaltar de esta enfermedad es la presencia de múltiples hospederos (más de 150 especies de mamíferos), los cuales pueden estar en un ambiente doméstico o silvestre, y como consecuencia se puede originar una interacción entre los vectores y hospederos de ambos ambientes; tal interacción se torna importante debido a que estudios han reportado que la mayoría de vectores encontrados en las madrigueras de animales silvestres están infectados. En zonas rurales, lo dicho anteriormente es importante debido a que las casas se pueden encontrar relativamente

cerca a estas madrigueras, lo cual se cree puede ser un factor importante en la propagación de la enfermedad y será nuestro motivo de estudio.

**Sexo, migración y mosquitos: una evaluación de la dinámica de la enfermedad del ZIKA. (CI)**

*David Baca Carrasco, Jorge X. Velasco Hernández (dbc270582@gmail.com)*

Desde el primer brote importante reportado en la isla de Yap en el año 2007, la propagación del virus 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.

**Vectores modificados genéticamente en un modelo del dengue. (CI)**

*Juan Carlos Hernández Gómez, Jair de Jesús Pineda Pineda (jcarloshg@gmail.com)*

En este trabajo se plantea un modelo matemático con ecuaciones diferenciales para estudiar el efecto de introducir vectores genéticamente modificados en el desarrollo del dengue; se hace el análisis del modelo y se realizan simulaciones bajo diferentes condiciones que nos permitan conocer el efecto y encontrar la introducción óptima de dichos vectores.

**Análisis de estabilidad en modelos para infecciones virales con respuesta inmune lítica y no-lítica. (CI)**

*Cruz Vargas de León (leoncruz82@yahoo.com.mx)*

En este trabajo consideramos dos modelos matemáticos que describen una infección viral con respuesta inmune lítica y no-lítica. La respuesta inmune lítica es mediada directamente por linfocitos T citotóxicos, y la no-lítica por moléculas secretadas por estos, llamadas citocinas. Una de las principales características de estos modelos es que incluyen una tasa de activación lineal de los linfocitos T citotóxicos, y una tasa de ataque no lineal para cada respuesta inmune. Estudiamos la estabilidad del punto de equilibrio libre de infección; la existencia, unicidad y estabilidad del punto de equilibrio de la infección. Los resultados de estabilidad se muestran en términos del número reproductivo básico. Utilizamos el método de las funciones de Lyapunov para estudiar la estabilidad global de los puntos de equilibrio. Del análisis teórico se muestra que la respuesta inmune lítica y no lítica podría combatir una infección viral.

**Control óptimo de la terapia de la Hepatitis C considerando respuesta inmunes. (RT)**

*Alejandro Peregrino Pérez, María de Lourdes Esteva Peralta, Gamaliel Blé González (alex.pp69@live.com.mx)*

Estudiamos el modelo matemático para la dinámica del virus de la hepatitis C (HCV) discutido por Avendaño et al. (2002). Incluimos en el modelo tratamiento con terapia combinada de interferón alfa más ribavirina. Con el objetivo de proporcionar un régimen de tratamiento que minimice tanto costo económico como efectos secundarios, planteamos y resolvemos numéricamente el problema de control. Finalmente se hace una discusión de los resultados obtenidos.

**Primera integral en un modelo para infecciones virales in vitro con el efecto de absorción viral. (RT)**

*Celia Martínez Lázaro, Cruz Vargas-de-León (ailec840@hotmail.com)*

El modelo presa depredador tipo Lotka-Volterra y el modelo epidémico tipo SIR sin dinámica vital presentan primeras integrales. Esta es una propiedad no muy común en modelos biomatemáticos. En este trabajo derivamos una primera integral,  $H(x, y, v)$ , en un modelo para infecciones virales in vitro, que incorpora el efecto de absorción de la partícula viral durante el proceso de infección. El sistema tiene tres variables: células susceptibles, células infectadas y partículas virales libres. La primera integral nos conduce a tener una ecuación de cantidades conservadas de la infección viral en el cultivo celular. Realizamos algunas implementaciones numéricas con datos de una infección in vitro para mostrar los resultados.

**Simulación del plegamiento de secuencias HP en medios fractales. (CI)**

*Salomón de Jesús Alas Guardado (salas@correo.cua.uam.mx)*

El plegamiento de proteínas dentro de las células se lleva a cabo en un ambiente altamente poblado de moléculas, en donde la correlación entre los diferentes elementos juega un papel importante para que los procesos físicoquímicos ocurran. Además, con el fin de optimizar el transporte, distribución y cambio de energía y materia dentro de la célula este ambiente adopta una geometría fractal. Por tanto, es importante incluir en los estudios teóricos y computacionales el medio en donde este fenómeno se desarrolla. En este trabajo se presenta la combinación de tres modelos que imitan el plegado de proteínas dentro de un espacio no homogéneo y correlacionado con propiedades fractales. Se utiliza el modelo minimalista de grano grueso hidrófobo-polar (HP) con un arreglo cuadrado en 2D

para imitar las cadenas proteicas. También, se usa el modelo dual de sitios y enlaces (DSBM) para crear diferentes tipos de redes no homogéneas en 2D: correlacionadas y fractales, las cuales simulan el ambiente en donde las cadenas HP son plegadas. Por último, para plegar las cadenas HP se utiliza un algoritmo evolutivo (EA). Se hace el análisis del plegamiento de diferentes secuencias HP en donde los mejores rendimientos y convergencias se han obtenido cuando se utilizan medios no homogéneos, esto en comparación con un espacio homogéneo. Así, este enfoque se convierte en un importante avance en la simulación, no sólo para entender el plegado sino que también para tratar de entender la estructura química y las propiedades fisicoquímicas de las proteínas, así como también su función con el medio celular, el cual es el comportamiento normal de estas macromoléculas en la naturaleza.

#### **Predicción del posible deterioro cognitivo en adultos mexicanos. (RT)**

*Angélica Rivera Aldana, Rodríguez Torres Erika Elizabeth, Santillán Hernández Alma Sofía, Tetlalmatzi Montiel Margarita, Pliego Pastrana Patricia, Martínez Alcalá Claudia (a.rivera.aldana@hotmail.com)*

El deterioro cognitivo es la pérdida de funciones cognitivas, específicamente en memoria, atención y velocidad de procesamiento de la información, que se produce con el envejecimiento normal. Estudios muestran que la severidad de dichas deficiencias durante el envejecimiento normal se relaciona con diferencias individuales, como la escolaridad, edad, sexo y el lugar donde vive la persona. El objetivo de este análisis es hacer una predicción donde se estima la probabilidad de padecer un posible deterioro cognitivo basándose en una evaluación neuropsicológica (NEUROPSI) y un modelo de probabilidad logit para encontrar los factores individuales que podrían afectar las funciones cognitivas de los adultos mexicanos. Para obtener este pronóstico se utilizan bases de datos tipo panel de la Encuesta Nacional de Salud y Envejecimiento de los años 2001 y 2012, con las cuales se hace una relación entre las preguntas de la encuesta con las establecidas en NEUROPSI. Se obtiene información de cada adulto en las áreas cognoscitivas de: orientación, atención y concentración, memoria, lenguaje, habilidades viso-espaciales, funciones ejecutivas, lectura, escritura y cálculo. Se clasificó a una persona con probable deterioro cognitivo si el puntaje obtenido en la prueba NEUROPSI es menor que el percentil 10. Los resultados muestran un decaimiento en el puntaje de las áreas cognoscitivas después de 11 años de seguimiento mostrando que la edad y vivir en una zona rural influye significativamente en el posible deterioro cognitivo, mientras que a mayor nivel de escolaridad menor probabilidad de presentar un posible deterioro cognitivo. Además, se pretende determinar con un modelo logit, la predicción de un posible deterioro cognitivo y compararlo con lo observado en el seguimiento.

#### **El color del ruido durante el sueño MOR en el adulto mayor con deterioro cognitivo. (RT)**

*Valeria García Muñoz, Rodríguez Torres, Erika Elizabeth. Resendiz Flores, Olivia. Vázquez-Tagle Gallegos, Génesis del Rocío. Rosales-Lagarde, Alejandra (valery112218@gmail.com)*

Con las señales biológicas registradas por medio de una polisomnografía se pueden ver como una serie de tiempo, para determinar su estructura fractal se busca verificar que poseen la característica de autosimilitud. Dichas señales son no estacionarias con lo que se realiza el Análisis de Fluctuaciones sin Tendencia (DFA) que consiste básicamente en una raíz cuadrada modificada, por medio de la cual se obtiene el Exponente de Hurst y que de acuerdo a su valor se determina el color del ruido de la misma, ya sea ruido blanco, rosa o café. El objetivo del presente estudio es determinar el color del ruido de los registros de una noche de sueño en adultos mayores con deterioro cognitivo y sin el con base en los resultados obtenidos del Neuropsi y Mini-Mental State Examination (MMSE) de cada adulto. El sueño MOR se caracteriza por movimientos oculares rápidos, atonía muscular y una actividad electroencefalográfica desincronizada. A partir de sus registros se obtiene el Exponente de Hurst para clasificarlos como ruido café (equivalente al movimiento browniano), ruido rosa (señales biológicas) y ruido blanco (presentan todas las frecuencias). Y finalmente hacer una comparación entre adultos mayores con y sin deterioro determinando el color del ruido, así como la correlación interhemisférica. Resultados preliminares muestran que adultos mayores con deterioro cognitivo tienen una tendencia hacia el ruido café en contraste con aquellos sin deterioro donde se observa un ruido rosa y las señales producidas por la contracción del músculo mentoniano son predominantemente un ruido blanco.

#### **Modelo de acumulación de plomo en el organismo. (CI)**

*José Daniel Alcázar Salazar, Jorge Velazquez Castro (danielas300492@gmail.com)*

Debido a descuidos humanos y a la contaminación ambiental, en las granjas de ganado bovino es cada vez más frecuente encontrar concentraciones anormales de plomo en los animales. Si la concentración de plomo llega a ser alta, es posible que se produzca la muerte del animal. Sin embargo, cuando la concentración de plomo no es letal en el ganado, algunas cantidades de plomo puede llegar al ser humano a través del consumo de la carne. Tanto el ganado como el ser humano son capaces de eliminar el plomo en el cuerpo a cierta velocidad, sin embargo si la tasa de ingesta es constante, el cuerpo puede no ser capaz de eliminar todo el plomo y se comienza la acumulación en la sangre. En este trabajo se plantea un modelo dinámico para el análisis del tiempo en que los efectos, debido a la ingesta sostenida de carne contaminada, aparecerán en la salud de la población humana.

**Una aplicación de la métrica de Kantorovich en filogenética. (RT)**

Judith Agueda Roldán Ahumada, Martha Lorena Avendaño Garrido (jara2678@gmail.com)

La filogenética es un campo de la biología que estudia como se relacionan los organismos durante la evolución. El principio básico es que los miembros de un conjunto de organismos que descienden de un mismo antepasado comparten una historia evolutiva. En esta área las herramientas matemáticas utilizadas con mayor frecuencia son la teoría de gráficas, la estadística y la optimización. Sin embargo, el análisis filogenético también suele incluirse como parte de la bioinformática, ya que un problema importante es determinar similitudes y diferencias entre secuencias de material genético haciendo uso de algoritmos computacionales. El análisis filogenético consiste en proponer un modelo de la secuencia evolutiva de organismos e inferir o estimar relaciones entre éstas. Por ejemplo, para estudiar dos muestras A y B de secuencias de material genético, se necesitan métodos comparativos que indican el grado en que las muestras A y B difieren. Una de las herramientas más utilizadas para esto es la medida de diversidad UniFrac pesada normalizada, propuesta por Lozupone et al. en 2007. Dicha medida es considerada una “distancia” entre dos muestras A y B de secuencias de material genético. Considere un árbol filogenético enraizado T con n ramas, donde  $b_i$  es la longitud de la rama i y  $P_i^A$  y  $P_i^B$  son la proporción de secuencias de material genético descendientes en la rama i para la comunidad A y B respectivamente. La medida de diversidad UniFrac pesada normalizada entre las comunidades A y B está dada por:

$$d_n^w(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n b(i) |P_i^A - P_i^B|}{D},$$

donde

$$D = \sum_{j=1}^m d(j)(Q_j^A + Q_j^B), \quad (1)$$

es el factor normalizador, con m el número de secuencias distintas en  $A \cup B$  y  $d(j)$  la distancia de la raíz a la secuencia  $j \in (A \cup B)$ , además

$$Q_j^A = \frac{\alpha_j}{A_t} \quad Q_j^B = \frac{\beta_j}{B_t}$$

donde  $\alpha_j$  y  $\beta_j$  son el número de veces que la secuencia j es observada en la muestra A y B, respectivamente y  $A_t$  y  $B_t$  son el número total de secuencias que se encuentran en la muestra A y B, respectivamente. En 2012, Evans y Matsen fundamentaron que la métrica UniFrac pesada es la métrica de Kantorovich entre las correspondientes distribuciones empíricas  $\nu^A$  y  $\nu^B$  de las secuencias de material genético A y B, respectivamente. La métrica de Kantorovich entre A y B está dada por:

$$k(A, B) = \inf \left\{ \int_{T \times T} d d\mu | \mu \in M(\nu^A, \nu^B) \right\}, \quad (2)$$

con  $M(\nu^A, \nu^B)$  el conjunto de medidas de probabilidad sobre  $T \times T$ , tales que sus marginales son  $\nu^A$  y  $\nu^B$ , donde T es un espacio métrico compacto dotado con la  $\sigma$ -álgebra de Borel y d la métrica del espacio. En este trabajo se darán más detalles sobre dichos aspectos.

**Medición de correlación interhemisférica durante el sueño MOR en el adulto mayor con deterioro cognitivo. (CI)**

Erika Elizabeth Rodríguez Torres, Génesis del Rocío Vázquez-Tagle Gallegos, Patricia Pliego Pastrana, Claudia Martínez Alcalá, Alejandra Rosales-Lagarde (rodriguez.erika331@gmail.com)

Visualmente, el sueño se caracteriza por movimientos oculares rápidos (MOR), atonía muscular y actividad electroencefalográfica desincronizada. De forma complementaria, con análisis de correlación cruzada muestran la existencia de mayor correlación interhemisférica vs la vigilia y el sueño no MOR. Tal incremento en el acoplamiento entre hemisferios ha sido interpretado como una facilitación de la transmisión de la información que mejora la capacidad de memoria requerida para la vigilia, ya que durante ésta existe una mayor correlación intrahemisférica. Para detectar el deterioro cognitivo en el adulto mayor durante el sueño MOR se han encontrado marcadores electrofisiológicos, entre ellos, un enlentecimiento de la potencia absoluta o relativa, así como una menor atonía muscular evaluada con la raíz cuadrada promedio (“root mean square”; rms). El objetivo del presente estudio es comparar los patrones del sueño del adulto mayor con y sin deterioro cognitivo y su correlación interhemisférica durante el sueño MOR, mediante el uso del Análisis de Fluctuaciones sin Tendencia (DFA), el cual es una raíz cuadrada modificada aplicada a series no estacionarias de tiempo. Resultados en adultos mayores hidalgüenses con deterioro cognitivo amnésico (DCA) en Neuropsi tienen 3 desviaciones estándar debajo de la media en comparación con aquellos sin deterioro (DCA). Los patrones de sueño son modificados por (DCA). El análisis del DFA muestra que el registro del musculo es aleatorio y la correlación interhemisférica durante el sueño MOR es reducida por (DCA). Apoyado por: SNI a EERT, donativo PROMEP-1006 a ERT.

## Computación Matemática

Coordinador: Claudia Elvira Esteves Jaramillo; Johan J. Van Horebeek

Edificio 221, Aula D

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Karina Mariela	Jonathan Verdugo O		
9:30–10:00		Oscar Hernández C	Alejandro Martín G		Salvador Botello A
10:00–10:30	RECESO	<b>Marcel Stockli C</b>	<b>Javier F Viguera</b>		Erik Leal
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				Noé Francisco Verde
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	<b>Ivete Sánchez Bravo</b>	<b>Luz Abril Torres</b>		
12:00–12:30	Amalia Duch Brown				
12:30–13:00	Fernando Luque S	Marisol Mares Javier	Alonso Ramírez M		
13:00–13:30	<b>Carlos Valero Valdés</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	Amalia Duch Brown	Edgar González F	<b>TARDE LIBRE</b>		
17:00–17:30	Jorge López Ruíz	Edgar Arroyo M			
17:30–18:00	Ana Belem Juárez	Cristina Vargas P		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	Luis Eduardo Urban	Erika Nancy Leos			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Estrellas y celebridades: Un nuevo juego de creación de redes sociales. (CI)

Amalia Duch Brown, Carme Àlvarez, Maria Blesa, Arnau Messeguer, Maria Serna (duch@cs.upc.edu)

El crecimiento global del uso de Internet y las redes sociales viene acompañado de un creciente interés en modelar teóricamente tanto su creación como su comportamiento. En particular, el objetivo de los juegos de creación de redes (NCG) es modelar las redes sociales e Internet mediante la simulación de la creación de una red de comunicación descentralizada entre  $n$  jugadores (los nodos de red) que no cooperan entre ellos (no cooperativos). Existen varias propuestas en el área de NCGs para modelar este tipo de redes de comunicación. En el modelo original, el objetivo de cada jugador es tener, en la red resultante, a todos los demás nodos lo más cerca posible pagando el menor número posible de enlaces. Se hacen varios supuestos: todos los jugadores son igualmente importantes, el costo de estar desconectado es infinito; y los enlaces pagados por un nodo pueden ser utilizados por los demás. En este trabajo, introducimos un nuevo modelo de juego de NCG al que llamamos “Juego de Estrellas y Celebridades”. En este modelo cada jugador tiene una prioridad asociada (es decir que no todos son igualmente importantes) y el precio de no estar conectado no es infinito sino que depende de qué tan lejos se está de algunos jugadores o de qué jugadores se está desconectado. Analizamos formalmente todas las propiedades de este nuevo juego. En particular cómo son los equilibrios de Nash, y cuál es el precio de la anarquía así como el óptimo social. La ponencia es una presentación de los resultados que forman parte del artículo: Carme Àlvarez, Maria J. Blesa, Amalia Duch, Arnau Messegué, Maria J. Serna. *Stars and Celebrities: A Network Creation Game*. CoRR abs/1505.03718 (2015).

### Una técnica robusta y eficiente para la identificación de estrellas. (CI)

Fernando Luque Suárez, Edgar Leonel Chávez González (fluque@cicese.edu.mx)

Para la navegación en el espacio profundo no se pueden utilizar los mismos instrumentos de localización como en la tierra. No hay GPS o brújulas. La manera de orientar a una nave espacial es mediante la identificación de estrellas. En este trabajo presentamos un método de identificación de estrellas que utiliza el brillo aparente y la posición relativa de las estrellas vecinas como única información de entrada. A cada estrella se le asocia un polígono y el polígono a su vez es convertido en un punto en el plano (un número complejo que es un cociente de coeficientes de Fourier) que es único para cada polígono, invariante a escalamiento, rotación y traslación. Dicha transformación es continua, lo que tolera ruido en la consulta. El ruido se presenta tanto en las coordenadas relativas como en el brillo aparente. Para probar la precisión de nuestra técnica ante ruido, se experimentó con una colección real de estrellas,

proveniente de un catálogo internacional, indexando los polígonos resultantes del ordenamiento canónico utilizando el brillo aparente en la colección. Se probó extensamente con deformaciones y observamos excelentes resultados, manteniéndose la precisión arriba de 98% incluso con grandes cantidades de ruido. La eficiencia de nuestra técnica está basada en la construcción de índices, para este caso un conjunto de Kd-Trees. Sobre estas estructuras se pueden realizar búsquedas de tipo K vecinos más cercanos en un tiempo  $O(\log(n))$ , si la distribución de los puntos es uniforme. En la práctica, el tiempo es mucho menor comparado con la versión secuencial de la búsqueda, e. g. en un conjunto de 10,000 estrellas, para el caso de polígonos de 5 vértices se puede generar el conjunto de índices  $\{KDTtree1, KDTtree2\}$ . Para cada índice se toma aproximadamente 0,06 segundos, es decir, 0,12 segundos en total para la búsqueda en ambos KDTrees en el conjunto de datos utilizado, mientras que realizar las búsquedas de forma secuencial toma 2,5 segundos aproximadamente.

#### Algoritmos de triangulación de superficies. (CDV)

Carlos Valero Valdés (valeroc@cimat.mx)

La plática será acerca de algoritmos de triangulación de superficies utilizando métodos de geometría y topología diferencial.

#### Los Quad-Kd-trees: un poco de teoría sobre las consultas en Google Maps y similares. (CI)

Amalia Duch Brown, Nikolett Bereczky, Krisztián Németh, Salvador Roura, Gustavo Lau, Conrado Martínez (duch@cs.upc.edu)

Actualmente todos los usuarios de aplicaciones informáticas y móviles estamos acostumbrados a hacer consultas sobre datos multidimensionales (¿dónde está la gasolinera más cercana?, ¿qué restaurantes hay dentro del área en que me encuentro?, ¿cuáles son los de comida típica tal que su rango de precios esté entre 30 y 50 pesos?, ¿cuáles están sobre avenida Universidad?) y esperamos la respuesta de manera inmediata. Para poder atender eficientemente una amplia gama de dichas consultas (llamadas consultas asociativas) es necesario disponer de estructuras de datos multidimensionales. Existen muchas en la literatura como por ejemplo los Quad-trees (árboles cuaternarios) o los Kd-trees (árboles K-dimensionales). En este trabajo introducimos los Quad-Kd-trees, una estructura de datos multidimensional, general y jerárquica que incluye a los Quad-trees y a los Kd-trees como casos particulares y que por tanto puede ser utilizada como un marco general para el estudio de propiedades fundamentales de árboles similares a los mencionados. Los Quad-Kd-trees pueden manipularse mediante distintas heurísticas de inserción para obtener compromisos (trade-offs) entre sus costos en tiempo y en espacio. Proponemos varias de estas heurísticas y analizamos teóricamente su desempeño. Los contenidos de esta ponencia se basan en los dos artículos de investigación siguientes: **Referencias:** [1] Nikolett Bereczky, Amalia Duch, Krisztián Németh, Salvador Roura. *Quad-kd trees: A general framework for kd trees and quad trees*. *Theor. Comput. Sci.* **616**, 126–140 (2016). [2] Amalia Duch, Gustavo Lau, Conrado Martínez. *Random Partial Match in Quad-K-d Trees*. *LATIN* (2016) 376–389.

#### Generacion de malla para FEM usando octrees en paralelo. (RT)

Jorge Lopez Ruiz, Salvador Botello Rionsa, Sergio Ivvan Valdez Pena, Abel Coll Sans, Pooyan Dadvand (jorge.lopez@cimat.mx)

Un mallador en paralelo usando octrees para generar malla estructurada es presentado en este trabajo. El algoritmo sigue los pasos siguientes: crear el bounding box de la geometría a mallar, subdivisión del bounding box en pequeñas subdivisiones hasta que un criterio de paro sea alcanzado, detectar los nodos dentro y fuera de la geometría a mallar, generar los tetraedros de las celdas del interior usando un patrón preestablecido y generar los tetraedros ubicados en la frontera realocando los puntos que se ubican en el exterior de la geometría a mallar. Un esquema en paralelo usando OpenMP fue implementado para paralelizar y buenos resultados fueron obtenidos.

#### Número de Grundy para la gráfica de intersección de triángulos. (RI)

Ana Belem Juárez Méndez, Dolores Lara Cuevas (abjuarez@computacion.cs.cinvestav.mx)

Sea  $S$  un conjunto de  $n$  puntos en el plano y sea  $T$  el conjunto de todos los triángulos abiertos determinados por  $S$ . Dado  $T$ , definimos la gráfica de intersección  $G(T)$  como la gráfica que tiene un vértice por cada triángulo en  $T$ , dos de los cuales se conectan con una arista sí y sólo sí, los triángulos correspondientes se intersectan. El número de Grundy de una gráfica, es el máximo número de colores que se le pueden asignar a sus vértices, tal que cada par de vértices adyacentes tenga color distinto, y además cada vértice sea adyacente con al menos un vértice de cada color más pequeño que el suyo. En este trabajo estudiamos el número de Grundy de  $G(T)$  mediante un algoritmo de búsqueda y mediante técnicas combinatorias.

#### El problema de la coloración blanco y negro. (CI)

Luis Eduardo Urban Rivero, Javier Ramírez Rodríguez, Rafael López Bracho (lurbanrivero@gmail.com)

El problema de coloración de gráficas es quizá uno de los problemas más conocidos de la teoría de gráficas. Existen diversas variantes de este, la más conocida es posiblemente colorear los vértices de una gráfica con el menor número de colores, de tal forma que vértices adyacentes tengan colores distintos. Esta última característica nos permite decir cuando la coloración es propia. Sin embargo en esta

ocasión, se usara una regla opuesta en donde se va a permitir que dos vértices sean adyacentes si tienen el mismo color o si son adyacentes a un vértice sin color. A este tipo de coloración se le conoce como anticoloración y se sabe que si dada una gráfica  $G$  decidir si se puede anticolorar o no es un problema NP-completo aun cuando se emplean pocos colores. En este caso presentaremos algunos resultados para el caso concreto de dos colores.

#### **Desarrollo de una herramienta para la demostración de teoremas en línea.** (CDV)

*Karina Mariela Figueroa Mora, Luis Valero Elizondo (karina@fismat.umich.mx)*

Desde todos los tiempos existe una gran cantidad (y continua creciendo) de teoremas y demostraciones lo que representa un gran conocimiento en el área de matemáticas, lo que resulta imposible que una sola persona pueda tener todo este conocimiento. Por otro lado, a pesar de los grandes avances en los sistemas de recuperación de información aún es una tarea precaria el buscar una parte de un teorema o un segmento de alguna demostración, lo que conlleva a una consulta muy difícil en la literatura de matemáticas. En esta plática se mostrarán avances de una poderosa herramienta para almacenar y consultar teoremas, realizar demostraciones en línea, sin tener que aprender un nuevo lenguaje o un conjunto de instrucciones complejos. Los recursos usados son de uso libre y permiten tener una interfaz moderna y compatible con los dispositivos actuales.

#### **El ajedrez solitario es un problema NP-completo.** (RT)

*Oscar Hernández Constantino, María de Luz Gasca Soto (constantino92@ciencias.unam.mx)*

El juego del ajedrez ha sido objeto de estudio en la historia de la computación. Recientemente, se ha creado una nueva modalidad: el ajedrez solitario. En el ajedrez solitario se tiene un tablero de  $4 \times 4$  casillas y un solo jugador; el juego consiste en capturar todas las piezas del tablero de acuerdo a las reglas de los movimientos de las piezas en el ajedrez clásico; en cada movimiento, una pieza debe ser capturada. Es posible generalizar esta idea para plantear el siguiente problema: Problema del Ajedrez Solitario Generalizado: Dado un tablero de  $N \times N$ , en el cual se tienen  $p$  piezas, ¿Existe una secuencia, de  $p - 1$  movimientos, que elimine las piezas del tablero? **Teorema.** *El Problema del Ajedrez Solitario Generalizado es NP-Completo.* El objetivo principal de este trabajo es presentar un esbozo de la demostración de este teorema.

#### **Aproximaciones matemáticas de modelos de iluminación para lograr imágenes fotorrealistas en aplicaciones en tiempo real.** (CI)

*Marcel Stockli Contreras, Alberto José Ramírez Valdez (msc@gamecoderstudios.com)*

Aplicaciones con realidad virtual necesitan una gran cantidad de procesamiento para que el usuario se sienta cómodo y al mismo tiempo mantener un realismo de la escena. En esta plática se explicarán los problemas para lograr fotorrealismo al generar imágenes sintéticas en tiempo real, así como las aproximaciones matemáticas para generalizar cómo se comporta la luz al chocar con distintos tipos de materiales.

#### **Solución de problemas para la industria por medio de cómputo matemático.** (CDV)

*Ivete Sánchez Bravo (ivete@cimat.mx)*

En esta plática se presentarán dos ejemplos de los desarrollos que se realizan en la Gerencia de Desarrollo de Software del Centro de Investigación en Matemáticas para atender problemáticas empresariales. El núcleo de cómputo matemático se compone de algoritmos para: – Simulación basada en agentes para estimación de rutas de escape en emergencias y – Procesamiento de imágenes para cuantificación de deterioro de documentos de papel. Ambos proyectos están siendo llevados a cabo por grupos interdisciplinarios de cómputo matemático. Se explicarán los detalles del problema, el diseño y la teoría matemático-computacional que se requiere para generar un software ad-hoc a las necesidades del cliente. Mostraremos resultados de la experimentación en proceso.

#### **Morfología matemática adaptada para la eliminación de ruido impulsivo.** (CI)

*Marisol Mares Javier, Carlos Guillén Galván, Rafael Lemuz López (losyram\_21@hotmail.com)*

En este trabajo se presentan dos modelos de morfología matemática adaptada, que mejoran el modelo de morfología matemática clásica, para la eliminación de ruido impulsivo en imágenes en escala de grises. Los modelos presentados proponen ajustar los elementos estructurantes al contexto local de la imagen. También se hace una comparación con otros métodos clásicos, la cual muestra que los filtros propuestos son más efectivos cuando el nivel de degradación es alto.

#### **Protocolos de conocimiento nulo basados en problemas de geometría algebraica.** (CI)

*Edgar González Fernández, Feliú Sagols Trocoso, Guillermo Morales-Luna (egonzalez@computacion.cs.cinvestav.mx)*

Las pruebas de conocimiento nulo son herramientas criptográficas que pueden ser utilizadas para autenticar a un entidad mediante un proceso interactivo entre dos participantes. Un probador, quién tiene credenciales válidas de su identidad, y un verificador, que sin

tener acceso a esta información, debe ser capaz de validarla o en caso contrario concluir que es falsa. Presentamos algunas técnicas algebraicas basadas en sistemas de ecuaciones polinomiales para construir protocolos de conocimiento nulo. Abordemos el tema del problema de isomorfismo en gráficas, comúnmente utilizado en protocolos de conocimiento nulo, y lo reduciremos al problema de localizar puntos en la variedad algebraica definida por un ideal de polinomios sobre un campo con la finalidad de proponer protocolos basados en problemas de geometría algebraica.

#### **Un algoritmo criptográfico poscuántico basado en isogenias de curvas elípticas. (RT)**

*Edgar Arroyo Munguía (omar.am@ciencias.unam.mx)*

Se espera que en poco tiempo existan computadoras cuánticas de propósito general. Cuando esto suceda, los algoritmos criptográficos que dan confidencialidad a nuestras comunicaciones dejarán de ser útiles. En este trabajo se describe un algoritmo para compartir claves, que es candidato a ofrecer resistencia a ataques cuánticos. El algoritmo fue inventado por Jao y De Feo en 2011, y su fortaleza radica en la dificultad de encontrar isogenias entre curvas elípticas supersingulares. Debido a que el anillo de isogenias no es conmutativo, a la fecha no se han encontrado ataques (clásicos o cuánticos) para romper este algoritmo.

#### **Cifrados que preservan formato. (RT)**

*Cristina Vargas Puente, Horacio Tapia Recillas (cristina\_vargas21@hotmail.com)*

La seguridad en los números de las tarjetas de crédito/débito es de suma importancia tanto para los usuarios como para las instituciones bancarias, por lo cual estos deben de ser protegidos de alguna manera, es allí donde juega un papel importante los cifrados que preservan formato (Format Preserving Encryption: FPE). En esta plática se hablará como es que está construido un número de tarjeta de crédito/débito, que algoritmo deben satisfacer para decir que el número sea válido, y como se utilizan los cifrados que preservan formato en ellos.

#### **Cifrado de datos e imágenes utilizando el sistema caótico de Lorenz. (RT)**

*Erika Nancy Leos Rodríguez, José Noé Gutiérrez Herrera (erileos@gmail.com)*

La teoría del caos estudia el comportamiento de sistemas que a pesar de seguir leyes deterministas, aparentan cierta evolución aleatoria e impredecible. Más explícitamente esta teoría estudia sistemas dinámicos que son altamente sensibles a pequeños cambios en sus condiciones iniciales, además dichos sistemas presentan ergodicidad y estructura compleja que se pueden asociar a la difusión y confusión de un sistema de cifrado. Debido a esta estrecha relación, el diseño y estudio de cifrados eficientes basados en caos ha adquirido atención en los últimos años. En esta plática se hablará de un sistema de cifrado de datos e imágenes basado en sistemas caóticos, en especial en el sistema caótico de Lorenz y un breve análisis de su robustez y eficiencia en la práctica.

#### **Descriptor RFM para el reconocimiento de patrones en imágenes digitales. (RT)**

*Jonathan Verdugo Olachea, Selene Solorza Calderón (jonathan.verdugo@cimat.mx)*

Por medio de la ciencia y la tecnología, se ha tratado de imitar el proceso cognitivo que realiza el cerebro humano en la toma de decisiones. Un ejemplo de ello es el campo denominado reconocimiento de patrones, que es un área del procesamiento de imágenes digitales en donde se desarrollan técnicas para: detección, segmentación, localización y reconocimiento de objetos en imágenes digitales; identificación de un objeto en diversas escenas; seguimiento de un objeto en un vídeo (secuencia de imágenes) y clasificación de imágenes digitales por su contenido. En este trabajo se usa la transformada de Fourier, la transformada analítica de Fourier-Mellin y la transformada de Radon para crear firmas unidimensionales invariantes a traslación, escala y rotación. Dicha metodología es utilizada en imágenes a color, usando el espacio RGB se obtiene una firma para cada uno de los canales de la imagen y con base en las potencias de las firmas se genera un espacio de clasificación de ortoedros con un nivel de confianza de al menos el 95.4%.

#### **Uniformidad probabilística como medida de similaridad robusta a cambios de iluminación en pares estéreo. (RI)**

*Alejandro Martín Gómez, Javier Flavio Viguera Gómez (iea.magoa@gmail.com)*

Las imágenes estereoscópicas pueden definirse como aquellas imágenes obtenidas a través de un par estéreo, esto es, un par de cámaras perfectamente alineadas y sincronizadas ópticamente que observan la misma escena desde dos puntos de vista distintos, las cuales, al ser analizadas mediante algoritmos computacionales permiten generar mapas de profundidad; dichos mapas, aportan información de utilidad que puede ser empleada para elaborar una reconstrucción tridimensional de la escena observada a partir de imágenes bidimensionales. Actualmente, el uso de imágenes estereoscópicas para aplicaciones de entretenimiento e investigación ha crecido enormemente favoreciendo el desarrollo de esta tecnología y dando lugar a una gran variedad de aplicaciones. Sin embargo, existen diversos retos asociados a su uso que no han sido resueltos del todo y que reducen el desempeño de los actuales algoritmos; uno de estos retos, es la estimación de los cambios geométricos y radiométricos observados en la escena por medio de las imágenes obtenidas a través del par (correspondencia). A lo largo de los años se han propuesto diversos algoritmos que permiten encontrar la correspondencia en imágenes estereoscópicas a pesar de los cambios geométricos y radiométricos presentes entre el par de imágenes. Entre estos

algoritmos es posible encontrar el propuesto por [1] en el cual, se muestra una alternativa local basada en puntos de interés que hace uso de transformaciones geométricas afines y radiométricas lineales para realizar la tarea de correspondencia, dicho algoritmo resulta poco costoso computacionalmente y ha sido empleado en aplicaciones de cirugía laparoscópica como la propuesta en [2]. Un segundo ejemplo de este tipo de algoritmos es el propuesto en [3], el cual emplea un método global basado en transformaciones geométricas proyectivas en conjunto con información mutua; dicho algoritmo representa una alternativa más compleja y flexible a la propuesta en [1], sin embargo, resulta computacionalmente más costosa. En el presente trabajo, se propone un algoritmo de correspondencia robusto a cambios de iluminación no lineales y a oclusiones parciales en imágenes obtenidas a partir de pares estereoscópicos que han sufrido traslaciones. Dicho algoritmo se basa en el método de correspondencia de bloques y emplea como medida de similaridad la uniformidad probabilística reemplazando a la información mutua propuesta por [3], reduciendo así la complejidad computacional del algoritmo y mostrando un grado de precisión superior al propuesto en [1] y similar al propuesto en [3]. **Referencias:** [1] Jin, H., Favaro, P., & Soatto, S. (2001, July). *Real-time feature tracking and outlier rejection with changes in illumination*. In null (p. 684). IEEE. [2] Puerto-Souza, G. A., & Mariottini, G. L. (2013). *A fast and accurate feature-matching algorithm for minimally-invasive endoscopic images*. Medical Imaging, IEEE Transactions on, **32** (7), 1201–1214. [3] Dame, A., & Marchand, E. (2010, October). *Accurate real-time tracking using mutual information*. In Mixed and Augmented Reality (ISMAR), 2010 9th IEEE International Symposium on (pp. 47-56). IEEE.

#### **Realidad aumentada: Modelado matemático de sensores y sentidos. (CI)**

Javier Flavio Viguera Gómez (flavio@fc.uaslp.mx)

La tecnología que permite añadir elementos virtuales a nuestra percepción se denomina realidad aumentada (RA) y existe desde hace décadas. Nuestra percepción de la realidad se obtiene gracias a los sentidos, y para aumentarla se usan sensores y actuadores artificiales que capturan y recrean información que debe ser superpuesta de manera instantánea para generar la RA. Nuestro universo es complejo e incluso, ambientes acotados suelen poseer una enorme cantidad de detalles e información. ¿Cómo modelamos los sentidos? ¿Cuáles son las representaciones matemáticas mínimas del entorno? ¿Cómo se añaden nuevos elementos a estas representaciones? ¿Qué requisitos deben satisfacer las versiones aumentadas del mundo para ser coherentes con nuestra percepción? ¿Cuáles son los problemas por resolver en la RA actualmente? ¿Qué contribuciones han hecho científicos mexicanos al área? ¿Cómo se relaciona con la robótica?

#### **Estrategias de navegación con evasión de obstáculos basada en modelos de atención visual para la exploración robótica de arrecifes coralinos. (CI)**

Luz Abril Torres Méndez (abril.torres@cinvestav.edu.mx)

El ambiente submarino por sus características presenta grandes retos tanto en el aspecto tecnológico como en el científico. En particular, para los vehículos submarinos autónomos una tarea fundamental es poder utilizar estrategias inteligentes de navegación en un ambiente carente de estructura en función a lo que le llame su existentes en el ambiente. Para lograrlo, se debe contar con modelos de percepción que permitan comprender su entorno, los cuales se acoplan fuertemente a su nivel de autonomía. Así, la combinación de los tres elementos: percepción, comprensión y acción, resultan ser esenciales para cualquier sistema robótico. En mi ponencia, presentaré los fundamentos matemáticos de los modelos de percepción visual que utilizamos en ambientes reales submarinos. Estos ambientes no cuentan con una estructura definida tal como la que observamos en ambientes hechos por el hombre y, además, son altamente dinámicos. Asimismo, la visibilidad está fuertemente afectada por diversos factores, tales como la degradación de la luz o el ruido causado por las partículas suspendidas. Por lo tanto, es importante contar con características visuales que sean fáciles de detectar y robustas para hacer un seguimiento de éstas a pesar de los cambios que el ambiente les provoca. A partir de los análisis realizados, sabemos que el color es una característica ideal para el proceso de selección basado en la atención visual, por lo que también hemos desarrollado modelos de restauración del color en imágenes acuáticas. Adicionalmente, dado que los vehículos submarinos están expuestos a perturbaciones (corrientes submarinas), las cuales afectan de manera significativa al control del vehículo, es necesario disponer de un procesamiento rápido y eficaz de los modelos de percepción visual a fin de definir buenas estrategias para la navegación. Se presentarán algunos resultados experimentales de la navegación reactiva autónoma con evasión de obstáculos, restauración del color en tiempo real, así como la exploración de los arrecifes de coral. Estos resultados se obtuvieron a partir de las pruebas de campo realizadas en el arrecife Mesoamericano ubicado en Costa Maya.

#### **Estudio de difusión en medios porosos con aplicación a la estimación de diámetros de conectores cerebrales. (RT)**

Alonso Ramírez Manzanares, Mario Ocampo-Pineda (alam@cimat.mx)

El estudio de la difusión en medios porosos es un área de las matemáticas computacionales la cual encuentra muchas aplicaciones modernas, una de ellas es el estudio de la micro estructura neuronal in-vivo. En este trabajo presentaremos el marco teórico y los antecedentes del problema de estimación de la micro estructura axonal basada en el análisis de imagen de resonancia magnética (RM) pesada en difusión de moléculas de agua. Se explicará la importancia de los descriptores de la micro-estructura y como estos son interesantes para diagnóstico de enfermedades cerebrales o bien para entender las etapas de desarrollo cerebral a través de los años. Dentro de los descriptores interesantes de la estructura neuronal, se encuentran la distribución de los diámetros axonales (que van

de décimas a 3 o 4 micrómetros, [recordar que un cabello humano tiene un diámetro aproximado de 20 micrómetros]), la densidad axonal, y los coeficientes de difusión paralelo y perpendicular a las fibrosidades axonales. En esta plática presentaremos una estrategia de estimación de dichas propiedades basada en el uso de diccionarios de señales de RM de difusión. Daremos razones por las cuales el uso de diccionarios presenta ventajas en la estimación con respecto a otros métodos, por ejemplo, basados en optimización no lineal. Discutiremos las dificultades al problema, ya que el problema es inherentemente mal planteado. Se presentarán los requerimientos tecnológicos necesarios para poder detectar las propiedades (cantidad y calidad de las imágenes), así como los retos en la estimación asociados al ruido (el cuál tiene una distribución Rice). Mostraremos resultados de esta metodología y las medidas cuantitativas y cualitativas de incertidumbre que se pueden alcanzar con diferentes calidades de imágenes de resonancia magnética. Finalmente, presentaremos algunos factores que deben de ser tomados en cuenta para mejorar las estimaciones de la micro estructura neuronal, como es la dispersión en los manojos fibrosos (de miles de axones) aún en zonas cerebrales donde se supone una sola dirección de los axones.

#### **Diseño óptimo concurrente de mecanismos actuados. (RT)**

*Salvador Botello, Sergio Iván Valdez Peña, Hector Manuel Becerra Fermin (salvador.botello@ciimat.mx)*

El problema de diseño concurrente de un mecanismo se puede definir como la búsqueda de parámetros estructurales óptimas y parámetros de control para una función objetivo dado durante el mismo proceso de optimización. En este trabajo, una metodología de optimización simultánea general para cinemáticamente mecanismos complejos se ponen a prueba en varios manipuladores serie y paralelo. Esta metodología tiene la intención de optimizar cualquier estructura y el control de diseño, utilizando cualquiera de los modelos cinemáticos o dinámicos especificados. Por lo tanto, se utilizan métodos de optimización generales no depende de las características matemáticas de la función objetivo. La principal contribución de este trabajo es definir, desarrollar y probar una metodología general que puede generar diseños óptimos basándose en los requisitos de espacio de trabajo y las tareas, de tal manera que garanticen un adecuado rendimiento bajo un conjunto de restricciones de operación y conjuntos. Probamos tres familias de algoritmos evolutivos: un algoritmo genético, un estrategia de evolución y una estimación del algoritmo de distribución, para un conjunto de funciones objetivo. Los resultados reportados dan instrucciones sobre el método más adecuado para abordar el problema de diseño concurrente.

#### **Modelado en realidad virtual de la dinámica de movimiento de un sistema masa-resorte con fricción seca. (CI)**

*Erik Leal, Roberto Alejandro Kú-Carrillo, Sandra Elizabeth Delgadillo, Ángel Eduardo Zamora Suárez (fiserik@yahoo.com.mx)*

En este trabajo se usa el Lenguaje de Modelado en Realidad Virtual (VRML) para visualizar la dinámica de movimiento de un sistema masa-resorte, tomando en cuenta la fuerza de fricción seca para el caso de un resorte helicoidal de compresión; el cual fue modelado a partir de dos parámetros: el paso entre sus espiras y su diámetro. Este problema ha sido estudiado en la literatura generalmente con fricción viscosa y regularmente no considera los diferentes grados de compresión de las espiras. Para el modelado en VRML se estableció una ecuación geométrica para el resorte y las ecuaciones dinámicas de movimiento para el sistema con fricción seca. Para esto, se discretizaron las espiras del resorte helicoidal de compresión y se determinaron analíticamente los máximos y mínimos para cada uno de los puntos de la discretización de las espiras del resorte, a partir de la solución de la ecuación dinámica del sistema. Adicionalmente, se determinó el tiempo total para que la masa llegue a su equilibrio estático a partir de un desplazamiento inicial. Estos datos son importantes para generar simulaciones en realidad virtual; a través de la construcción de un archivo con extensión .wrl usando en el visualizador BS contact. Este procedimiento coadyuva a ilustrar el uso de la realidad virtual en la enseñanza de los sistemas mecánicos y la visualización de problemas de control automático que surgen en la ingeniería.

#### **Segmentación de imágenes digitales para flujo en medio poroso. (RT)**

*Noé Francisco Verde Martínez, Fernando Brambila (nfverde@gmail.com)*

Las implicaciones que la contaminación del agua tiene para la salud humana y el medio ambiente son de tal magnitud que han llevado a notables avances en la hidrología y en la modelación de condiciones de flujo. Se presentara una simulación de erosión y segmentación en el suelo, donde se calcula la interacción de partícula con un fluido, con un método de Monte Carlo y métodos numéricos. Con la ayuda de segmentación de imágenes digitales para construir un modelo 3D.

#### **Algoritmos cuánticos. (CDV)**

*José de Jesús Angel Angel (jjaa@math.com.mx)*

En la actualidad se discute mucho sobre la posibilidad real de construir una computadora cuántica, especialmente porque elevaría significativamente la velocidad de procesamiento de las computadoras en comparación de las actuales. Es conocido que el problema de decoherencia cuántica es el principal reto que debe ser superado para la manipulación de qbits, y que la computación cuántica sea tan prometedora como muchos dicen que será. Mientras estos problemas tecnológicos entretienen a muchos de los investigadores en el mundo, existen ya algunas propuestas de algoritmos que pueden ser implementados en estas nuevas computadoras. El algoritmo de Shor publicado desde 1994 factoriza un número entero en tiempo polinomial, esto quiere decir, por ejemplo que las claves RSA, las más usadas en la seguridad de Internet, podrán ser rotas. En esta plática hablamos del algoritmo de Shor, de su implementación y complejidad, así como también de otros algoritmos que están a la espera de que la computadora cuántica los haga realidad.

## Ecuaciones Diferenciales

Coordinador: Rubén Flores Espinoza

Edificio 221, Aula P

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Luis Aguirre Castillo	<b>Pablo Roldán G.</b>	Ernesto Pérez-Chavela	Sergio I. Martínez
9:30–10:00		Irving Aarón Díaz			
10:00–10:30	RECESO	Marco Antonio Taneco	Hugo Parra Prado	Alejandro Bravo D.	
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	José Villa Morales	Arturo Criollo Pérez	Ulises Velasco García	
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Bricio Cuahutenango B.	<b>Abimael J. Bengochea</b>	Luis Alberto Cisneros	
12:00–12:30	<b>Víctor Castellanos</b>	José Manuel Islas		José Francisco Solano	
12:30–13:00		Lucía Ivonne Hernández	Leasly A. Campa R.	Sergii Torba	
13:00–13:30	Olivia Resendiz F	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Cruz Vargas de L				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	<b>Oswaldo Osuna</b>	<b>Guillermo Dávila R.</b>	<b>TARDE LIBRE</b>	Emmanuel A. Romano	
17:00–17:30				Miguel A. Espíndola	
17:30–18:00	Estela del Carmen F.	Juan Montealegre		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	Leticia Sánchez G.	Héctor G. Méndez			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:00–19:30					
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Dinámica de modelos presa-depredador-súperdepredador. (CI)

Víctor Castellanos (vicas@ujat.mx)

En esta plática vamos a demostrar la existencia de ciclos límite de modelos intragremiales, considerando respuestas funcionales Lotka-Volterra y de Holling tipo 2 y 3. Para la demostración de estos resultados usamos bifurcación de Hopf y calculamos explícitamente el primer coeficiente de Lyapunov.

### Control parcial de un sistema caótico de tres especies. (RT)

Olivia Resendiz, Jorge Viveros (oliresendizflores@gmail.com)

En este trabajo se considera un modelo ecológico de una cadena alimenticia que describe la densidad de población de tres especies que coexisten en un medio ambiente, las especies son recursos, consumidores y depredadores. El modelo es un sistema de tres ecuaciones diferenciales no lineales, un parámetro del sistema es  $\sigma$ , el cual indica la proporción de depredadores que cooperan para cazar. Se estudia el sistema con caza cooperativa ( $\sigma > 0$ ) y sin caza cooperativa ( $\sigma = 0$ ), en ambos casos es posible encontrar comportamiento propio del caos transitorio. Se justifica que es posible aplicar la técnica de control parcial de Sabuco et al (2012) para evitar la extinción de la especie depredador y se hace un estudio comparativo de los resultados al aplicarla al sistema con  $\sigma > 0$  y  $\sigma = 0$ . El método permite controlar el sistema aún con la presencia de ruido y además se satisface que la magnitud del control sea menor que la del ruido, siendo ésta la propiedad que hace especial a ésta técnica. Para controlar el sistema es necesario calcular ciertos conjuntos denominados conjuntos seguros cuya existencia se puede derivar de características particulares de sistemas que tienen comportamiento típico del caos transitorio, como es la presencia de un conjunto denominado silla caótica.

### Las funciones/funcionales de Lyapunov en modelos biomatemáticos durante el periodo de 2010-2016. (CI)

Cruz Vargas de León (leoncruz82@yahoo.com.mx)

Las funciones/funcionales de Lyapunov son una poderosa herramienta en el análisis de la estabilidad global. La construcción de las funciones/funcionales de Lyapunov en modelos biomatemáticos ha crecido en los últimos años, principalmente en sistemas epidémicos y en dinámica viral. Las técnicas de construcción se han extendido de ecuaciones diferenciales ordinarias a ecuaciones

con retardo y parciales de tipo hiperbólico. Presentamos un panorama de los avances de un tópico clásico de ecuaciones diferenciales que actualmente está vigente.

**Órbitas periódicas de algunos modelos epidemiológicos. (CI)**

*Oswaldo Osuna (osvaldo@ifm.umich.mx)*

En esta charla se discuten algunos aspectos básicos de modelos epidemiológicos y se establecen la existencia de oscilaciones para algunos sistemas de enfermedades estacionales usando técnicas del análisis no lineal. Se presentan algunos ejemplos numéricos para ilustrar los resultados.

**Existencia de un ciclo límite en un modelo de cáncer. (RI)**

*Estela del Carmen Flores de Dios, Víctor Castellanos Vargas (estela\_flores7@hotmail.com)*

El cáncer es el resultado de dos procesos sucesivos: el aumento de la proliferación de un grupo de células denominado tumor o neoplasia que compiten por espacio y recursos, evaden la depredación por el sistema inmune y la capacidad invasiva que les permite colonizar y proliferar en otros tejidos u órganos, proceso conocido como metástasis. El propósito de esta plática es explicar un modelo de cáncer mediante ecuaciones de competencia. El cual describe las interacciones entre las células sanas  $x$ , las células del sistema inmune  $y$  y las células tumorales  $z$ . Se dan condiciones sobre los parámetros para la existencia de un punto de equilibrio en el octante positivo de  $\mathbb{R}^3$  y al variar el parámetro  $\alpha$  se exhibe una bifurcación de Andronov-Hopf que da lugar a un ciclo límite.

**Modelo matemático de la interacción cáncer–sistema inmunológico. (RT)**

*Leticia Sanchez Gonzalez, José Erasmo Pérez Vázquez, Ricardo López Hernández (lety\_axs@hotmail.com)*

El sistema inmunológico es una barrera primordial de defensa ante patógenos extraños y ante un descontrol interno de nuestro organismo, por ello, es de suma importancia mantenerlo alerta. El cáncer es una enfermedad de descontrol celular, cuyo tratamiento de equilibrio o cura puede estar mediado por dicho sistema inmune. Por lo tanto, con el propósito de analizar la dinámica en corto y largo plazo del cáncer, los especialistas han recurrido al uso de modelos matemáticos para describir la interacción de las células cancerosas y las células inmunes. Existen diferentes modelos matemáticos, por ejemplo, el modelo propuesto por Kuznetsov–Taylor o el de Kirschner–Panetta, que describen la competición de cáncer y sistema inmune con el fin de establecer la relación y comportamiento entre ambas poblaciones. Siguiendo estas ideas analizamos un sistema de dos ecuaciones diferenciales ordinarias, propuesto por Choback y Herrero, que describe la interacción entre las células tumorales y las del sistema inmunológico. Este modelo muestra de forma clara tres posibles comportamientos del cáncer: eliminación, equilibrio o escapada. Sin embargo, a pesar del gran resultado obtenido, surge la necesidad de una mejora del modelo al considerar otros procesos biológicos, que describan con mayor detalle la interacción cáncer-sistema inmune; dando lugar a más términos, en el sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias. Por lo tanto, se hace un análisis de sensibilidad de parámetros para determinar la viabilidad de los nuevos términos introducidos en modelo matemático.

**Análisis de la estabilidad en presencia de un conjunto invariante y su aplicación a sistemas de control no lineal. (CI)**

*Luis Aguirre Castillo (lac@xanum.uam.mx)*

Se prueba en general la estabilidad asintótica de un conjunto compacto  $M$  de un sistema semidinámico  $(X, F, T)$  ( $X$  es el espacio fase,  $F$  es el flujo y  $T$  la escala del tiempo) suponiendo la presencia de un subconjunto  $Y$  de  $X$  con respecto al cual  $M$  es asintóticamente estable. Este resultado se aplica al problema de la estabilización de sistemas de control no lineal.

**Modelo matemático de la trayectoria de un ion dentro de un espectrómetro de masas. (RT)**

*Irving Aarón Díaz Espinoza, José Erasmo Pérez Vázquez, Sara Mejía Pérez (zaidazonipse@hotmail.com)*

La espectrometría de masas atómica es una herramienta multifacética y muy utilizada para identificar los elementos presentes en muestras de materia y determinar sus concentraciones. Casi todos los elementos de la tabla periódica se pueden determinar mediante la espectrometría de masas. Se conocen métodos para construir matemáticamente el movimiento de los iones dentro del espectrómetro de masas y que se aproximen a eventos reales en ciertas condiciones iniciales que han sido estudiadas por otros autores. Concretamente se tiene la construcción de las ecuaciones que describen el movimiento, pero no se presentan detalles sobre sus resultados obtenidos. La construcción es confusa además de complicada y solo muestra métodos numéricos de obtención de soluciones de la ecuación. Así dado lo anterior, en este trabajo se pretende dar un método de construcción de las ecuaciones de movimiento que rigen a las partículas cargadas dentro del espectrómetro que permitan obtener buenos estimados para la mejor aproximación a eventos reales bajo ciertas condiciones iniciales dadas. El trazado de estas trayectorias son fundamentales para comprender el funcionamiento del dispositivo y para identificar los elementos que representan esa trayectoria.

**Sobre soluciones de ecuaciones de evolución de orden fraccionario. (CI)**

Marco Antonio Taneco, Victor Fabian Morales Delgado (moodth@gmail.com)

En esta charla se hablará de problemas de Cauchy generalizados asociados a modelos que tratan el fenómeno de la difusión anómala. Para tal fin, se consideran ecuaciones de evolución de orden fraccionario. Se presentará también una aplicación para obtener descomposiciones de tipo Dirac para cierto tipo de ecuaciones de vigas.

**Ecuación de onda fraccionaria con fricción. (RI)**

Bricio Cuahutenango Barro, Marco Antonio Taneco Hernández (briciocb@gmail.com)

El Cálculo Fraccionario, es una rama de la Matemática que en recientes años ha sido de gran utilidad en las diferentes áreas de la ciencia e ingeniería, debido a que suele describir de mejor manera algunos fenómenos físicos, en particular los fenómenos asociados a la relajación, oscilación y propagación de ondas, gracias a sus propiedades de no-localidad y de memoria. En el presente trabajo se muestra la obtención de las soluciones analíticas para la ecuación de onda fraccionaria con derivada del tipo Caputo en la variable temporal y, como término de fricción una expresión integrodiferencial cuyo kernel de memoria se encuentra definido en términos de funciones del tipo Mittag-Leffler. En particular, se muestra cómo la variación de los parámetros de dichas funciones conducen a la ecuación de onda con fricción fraccional con derivada del tipo Caputo.

**Bifurcación tipo Hopf en sistemas suaves por pedazos en el plano. (RT)**

Jose Manuel Islas Hernández (islasjosemanuel@hotmail.com)

Dentro de las aplicaciones, existen distintos sistemas dinámicos que pueden ser modelados mediante sistemas suaves por pedazos. En este trabajo se considera sistemas planos continuos divididos en dos zonas suaves y se hace un análisis acerca de las características necesarias para que en su comportamiento existan bifurcaciones de Hopf, es decir, bifurcaciones que involucran la aparición o desaparición de ciclos límite.

**Diagrama de bifurcación global del sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias asociado al modelo Gray-Scott. (CI)**

Lucía Ivonne Hernández Martínez, Joaquín Delgado, Shirley Bromberg, Javier Pérez (ivhernandezster@gmail.com)

El modelo conocido como Gray-Scott, es un ejemplo de un sistema de reacción-difusión entre dos compuestos, descrito por una reacción química irreversible. Tal modelo es descrito por el siguiente sistema ecuaciones diferenciales parciales:

$$\begin{aligned}U_t &= D_u \nabla^2 U - UV^2 + F(1 - U), \\V_t &= D_v \nabla^2 V + UV^2 - (F + k)V,\end{aligned}$$

donde  $U(t, x, y)$  y  $V(t, x, y)$  son funciones que representan la concentración de los compuestos en un medio plano rectangular  $\Omega$ .  $D_u$ ,  $D_v$ ,  $F$ ,  $k$  son constantes positivas,  $(x, y) \in \Omega$  y  $t \geq 0$ . En esta plática presentaremos el diagrama de bifurcación global del sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias asociado al modelo de ecuaciones diferenciales parciales Gray-Scott el cual se obtiene suponiendo Laplaciano cero en el sistema de EDP's. Analizamos puntos de equilibrio, su estabilidad, así como condiciones para la existencia de algunas bifurcaciones especiales de codimensión dos. Todo esto en función de valores específicos de los parámetros.

**Sistemas de Ermakov y sistemas de Lie: Algunos ejemplos interesantes. (CI)**

Guillermo Dávila Rascón (davila@mat.uson.mx)

En esta charla presentaremos varios tipos de ecuaciones (el oscilador armónico dependiente del tiempo, la ecuación de Ricatti, la ecuación de Milne-Piney y la ecuación de Kummer-Schwarz), como ejemplos de sistemas de Ermakov y, más generalmente, las estudiaremos por medio de la teoría de los llamados sistemas de Lie. Revisaremos también algunos aspectos del trabajo de Ermakov para integrar ciertas ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden y sus conexiones con las ecuaciones antes mencionadas. Asimismo, presentaremos los aspectos más importantes de la teoría de los sistemas de Lie. Los sistemas de Ermakov han sido ampliamente estudiados desde finales de la década de los 1970's por sus conexiones con problemas importantes de la física-matemática y se ha demostrado que pueden ser considerados como sistemas de Lie. Estos últimos son sistemas de ecuaciones diferenciales que admiten leyes de superposición y un aspecto importante es que podemos estudiarlos por medio de las álgebras de Lie (de campos vectoriales) que los caracterizan y nos proporcionan métodos para estudiar la integrabilidad de una gran variedad de sistemas de ecuaciones diferenciales. Así, podemos aplicar métodos geométricos para tratar de encontrar integrales primeras para estos sistemas, lo cual ha permitido calcular nuevas integrales para algunas ecuaciones relevantes de la física-matemática, como las ya mencionadas.

**Problema de Cauchy para una ecuación de tipo Korteweg-de Vries Burgers. (RI)**

Juan Montealegre Scott (jmscott@pucc.edu.pe)

En esta conferencia será considerado el problema de Cauchy

$$\begin{cases} \partial_t u - D^\alpha \partial_x u + \partial_x F(u) - \mu \partial_x^2 u = 0 & x \in \mathbb{R}, t > 0 \\ u(0) = \varphi, \end{cases} \quad (P)$$

asociado con la ecuación de tipo Korteweg-de Vries Burgers, en donde  $u = u(x, t)$  es una función real de las variables  $(x, t) \in \mathbb{R}^2$ ,  $D = (-\partial_x^2)^{1/2}$ ,  $\alpha \geq 1$ ,  $F(u) = \frac{\alpha}{k+1} u^{k+1}$  con  $\alpha \in \mathbb{R}$ ,  $k \in \mathbb{Z}^+$  y  $\mu > 0$ . Demostraremos que cualesquiera sean los valores particulares de  $\alpha \geq 1$  y de  $k \in \mathbb{N}$ , el problema (P) es localmente bien formulado siempre que el dato inicial  $\varphi \in H^s$  cuando  $s > 3/2$ . Para obtener el resultado, notemos que si  $\mu > 0$  es fijo, toda solución  $u$  del problema (P) es solución de la ecuación integral

$$u(t) = W_{\alpha, \mu}(t) \varphi - \int_0^t W_{\alpha, \mu}(t - \tau) \partial_x F(u(\tau)) d\tau. \quad (EI)$$

El objetivo es demostrar que cualquier solución de (EI) es solución de (P), por ello, la primera cuestión que aparece es saber si (EI) tiene solución. Para responder a esta pregunta tenemos el siguiente lema, en cuya demostración se utiliza el teorema del punto fijo de Banach para mostrar la existencia de una solución de la ecuación integral y el argumento de Kato y Fujita [3] para mostrar la unicidad.

**Lema 1.** Si  $\mu > 0$  y  $\varphi \in H^s$ ,  $s > \frac{3}{2}$ , existen  $T_\mu = T_\mu(\|\varphi\|_{H^s}, s, \mu) > 0$  y una función

$$u_\mu \in C([0, T_\mu] : H^s)$$

única solución real de la ecuación integral (EI).

Probaremos que la función  $u_\mu$  solución única de la ecuación (EI) encontrada en el lema es la solución única del problema (P) en  $H^s$ . La demostración se basa en los trabajos de Iório [1] y [2].

**Teorema 1.** Sean  $\mu > 0$  y  $\varphi \in H^s$ ,  $s > \frac{3}{2}$ , entonces la función  $u_\mu$  del lema es la solución única del problema (P) y satisface

$$u_\mu \in C([0, T_\mu] : H^s) \cap C^1([0, T_\mu] : H^{s-\alpha-1}).$$

Además, para todo  $r \geq 0$

$$u_\mu \in C([0, T_\mu] : H^{s+r}) \cap C^1([0, T_\mu] : H^{s-\alpha-1+r}).$$

Continuamos la conferencia mostrando que  $u_\mu$  depende continuamente de  $\varphi \in H^s$ ,  $s > \frac{3}{2}$ , en el sentido que la aplicación  $\varphi \in H^s \mapsto u_\mu \in C([0, T] : H^s)$  es continua, tal como lo establece el siguiente teorema.

**Teorema 2.** Sean  $\mu > 0$ ,  $\varphi \in H^s$  con  $s > \frac{3}{2}$  y  $u_\mu \in C([0, T] : H^s)$  la solución del problema de valor inicial (P). Si  $\{\varphi_n\}_{n \geq 1}$  es una sucesión en  $H^s$  convergente a  $\varphi$  en  $H^s$  y  $\{u_{\mu, n}\}_{n \geq 1}$  es la sucesión  $n$  de soluciones de (P) con  $u_{\mu, n} \in C([0, T_n] : H^s)$  y  $u_{\mu, n}(0) = \varphi_n$ , entonces para cada  $\bar{T} \in ]0, T[$  existe  $N_0 \in \mathbb{N}$  tal que  $n \geq N_0$  implica que  $u_{\mu, n}$  está definida en  $[0, \bar{T}]$  y

$$\sup_{[0, \bar{T}]} \|u_{\mu, n}(t) - u_\mu(t)\|_{H^s} \leq C_\mu \|\varphi_n - \varphi\|_{H^s}.$$

Terminamos la conferencia indicando como los resultados anteriores y los métodos desarrollados en [4], [5] y [6], pueden usarse para demostrar la existencia y unicidad de solución local y global para el problema de Cauchy

$$\begin{cases} \partial_t u - D^\alpha \partial_x u + \partial_x F(u) = 0 & x \in \mathbb{R}, t > 0 \\ u(0) = \varphi. \end{cases}$$

**Bibliografía:** [1] R. Iório. *On the Cauchy problem for the Benjamin-Ono equation*. Comm. PDE, 11, 1031–1081, (1986). [2] R. Iório. *KdV, BO and friends in weighted Sobolev spaces*. Functional Analytical Methods for PDE. Lect. Notes in Math., 1450, (1990). [3] T. Kato, H. Fujita. *On the non-stationary Navier-Stokes system*. Red. Sem. Mat. Uni. Padova, 32, 243–260, (1962). [4] A. Mendoza, J. Montealegre. *Ecuación de Korteweg - De Vries*. Pro Mathematica Vol. XVII, No. 34, 105–120, (2003). [5] A. Mendoza, J. Montealegre. *Ecuación de Korteweg -De Vries II*. Pro Mathematica Vol. XVIII, No. 35–36, 5–20, (2004). [6] A. Mendoza, J. Montealegre. *Ecuación de Korteweg -De Vries III*. Pro Mathematica Vol. XXIV, No. 47–47, 85–112, (2010).

**Comparativo de modelos para el evapotranspiración en el estado de Tlaxcala. (CDV)**

Héctor Gabriel Méndez Lara, Leticia Sánchez González (mendlar@hotmail.com)

En la literatura se pueden encontrar varios modelos que describen el proceso de evapotranspiración, el cual es uno de los principales dentro del ciclo hídrico en una cuenca. Estos modelos se pretenden integrar en uno sólo que permita la evaluación de las estrategias

y políticas en el uso del agua, así como el manejo sustentable de los recursos naturales dentro de una cuenca con el propósito de analizar su deterioro de los recursos hídricos dentro de la misma. Los modelos existentes se pueden clasificar en continuos o discretos, esto se motiva en la cantidad de información disponible, así como en los intereses del investigador. El objetivo del presente trabajo es realizar un comparativo de estos modelos usando datos estadísticos de la cuenca del Alto Atoyac, cuenca que cubre a los de Tlaxcala y Puebla. Los modelos analizados presentan dificultades en la obtención de los parámetros de las cuencas, por ende, los modelos deben de usarse en función de la cantidad de información disponible.

#### **Difusión de Arnold en el Problema Restringido de Tres Cuerpos. (CI)**

*Pablo Roldán González (pablo.rolan@itam.mx)*

Uno de los problemas en sistemas Hamiltonianos que aparece de manera natural en aplicaciones y que ha atraído la atención de matemáticos desde hace tiempo es si las pequeñas perturbaciones periódicas de estos modelos se acumulan conforme pasa el tiempo y tienen efectos drásticos (inestabilidad) o si estas perturbaciones se promedian y cancelan mutuamente (estabilidad). Recientemente, ha habido mucho progreso en la teoría matemática de estos problemas y se han sugerido una amplia variedad de métodos. Para esta charla, me concentraré en el modelo conocido como el Problema Restringido de Tres Cuerpos proveniente de mecánica celeste. Revisaré los resultados más importantes que hemos obtenido en los últimos años, mostrando la inestabilidad de trayectorias en ciertos regímenes. También describiré los métodos que utilizamos, que son bastante diversos (analíticos, geométricos, topológicos, y numéricos). Si hay tiempo, también propondré algunos problemas abiertos.

#### **Integrabilidad y no integrabilidad en un sistema periódico de tres masas. (RT)**

*Hugo Parra Prado, Luis Alberto Cisneros Ake, Jesús Adrián Espinola Rocha (hugo\_sagitario\_p@hotmail.com)*

Consideramos el problema de tres masas conectadas periódicamente por resortes cuya rigidez obedece un potencial de interacción cúbico. Por medio de una rotación apropiada en el espacio fase y de un adimensionamiento de las variables reducimos el problema a un Hamiltoniano bidimensional, el cual es una generalización del sistema propuesto por Henón y Heiles para estudiar el movimiento de una estrella, el cual se sabe es no integrable. Hacemos un análisis cualitativo mostrando las secciones de Poincaré, en donde exhibimos órbitas cerradas y regiones de caos para ciertos niveles de energía. Mostramos los casos integrables en cuatro escenarios, para los cuales encontramos explícitamente la otra cantidad conservada distinta a la de la energía y análoga al momento no lineal. Para dos de los casos realizamos los cambios de variable cartesiano y parabólico donde las ecuaciones de movimiento son separables, y exhibimos las soluciones en términos de las funciones especiales de Jacobi.

#### **Problema de dos cuerpos con perturbación proveniente de mundos brana. (RI)**

*Arturo Criollo Pérez (arturoc@uaeh.edu.mx)*

En años recientes, la teoría de los mundos brana ha permitido mirar desde una nueva perspectiva a los problemas clásicos. En la primera parte de esta plática damos una breve introducción a los mundos brana, después planteamos el problema de dos masas cuya dinámica se encuentra gobernada por un hamiltoniano de la forma  $H = H_0 + H_1$ , donde  $H_0$  es el hamiltoniano con el potencial newtoniano clásico y  $H_1$  es una perturbación que proviene de mundos brana. Finalmente presentamos algunos resultados del análisis cualitativo de este problema.

#### **Soluciones periódicas de intercambio en el problema de $2n + 1$ cuerpos. (CI)**

*Abimael Javier Bengochea Cruz, Jorge Galán Vioque, Ernesto Pérez Chavela (abc@xanum.uam.mx)*

Las soluciones periódicas de intercambio (simétricas) aparecen en el problema de 3 cuerpos; estas forman familias monoparamétricas. Se ha encontrado que dichas soluciones también aparecen en el problema de  $2n + 1$  cuerpos. En este trabajo mostramos las características de dichas órbitas, su relación con las soluciones poligonales de Maxwell, y algunas ideas sobre como determinarlas numéricamente utilizando problemas de contorno.

#### **Minimizando orbitas Keplerianas. (RT)**

*Leasley Alejandra Campa Raymundo (campacampanita@gmail.com)*

Mostraremos soluciones periódicas elípticas minimizando la acción integral al problema de Kepler. Se obtiene una generalización del teorema para otros tipos de sistemas dinámicos conservativos involucrando potenciales.

#### **Estabilidad de equilibrios relativos en espacios curvados. (CI)**

*Ernesto Perez-Chavela (ernesto.perez@itam.mx)*

El problema de los  $n$ -cuerpos en espacios curvados consiste en la descripción del movimiento de  $n$ -masas puntuales bajo la acción de un potencial que generaliza al potencial Newtoniano en espacios de curvatura constante  $K$ . En esta charla hablaré sobre un

tipo especial de órbitas periódicas donde las distancias mutuas entre las masas permanece constante para todo tiempo  $t$ , llamadas equilibrios relativos, daré una clasificación de ellas para los casos  $n = 2, 3$  así como su estabilidad lineal.

#### La dinámica de un vehículo articulado de $n$ -trailers. (RT)

Alejandro Bravo Doddoli (bravododdoli@ciencias.unam.mx)

Hablaré de la dinámica de un vehículo articulado, que se mueve bajo su propia inercia. El sistema consiste de un carro líder que remolca  $n$  trailers. El sistema es un modelo del dispositivo porta-equipaje del aeropuerto. El carro líder y cada uno de los trailers están sujetos a la restricción no-holónoma que prohíbe movimiento en la dirección perpendicular a sus ruedas. La dinámica del sistema es de interés dentro del marco de la teoría de control. Durante la charla, introduciré el espacio de configuraciones y las simetrías del sistema. Mostraremos que los niveles de energía constante en el espacio reducido son toros de dimensión  $(n + 1)$  y daremos una expresión para las ecuaciones de movimiento en cada uno de ellos. Posteriormente haremos una clasificación exhaustiva de los equilibrios del sistema de acuerdo a su estabilidad bajo el supuesto de que el centro de masa del carro líder está por delante de sus ruedas. Finalmente, haremos un estudio exhaustivo de los casos  $n = 1$  y  $n = 2$  cuando el centro de masa del carro líder coincide con el eje de sus ruedas.

#### Transformada no-lineal de Fourier usando operadores de transmutación y representaciones SPSS. (RI)

Ulises Velasco García, Sergii M. Torba, Vladislav V. Kravchenko (ulisesv@math.cinvestav.mx)

En la presente plática nos enfocamos en la transformada no lineal de Fourier para la ecuación no lineal de Schrödinger, la cual se reduce al estudio del sistema de Zakharov-Shabat (Z-S) [1,2,3] el cual es de la forma

$$\begin{pmatrix} v_1' \\ v_2' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -i\lambda & q(x) \\ -q^*(x) & i\lambda \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix},$$

donde  $v_{1,2}$  son funciones complejas desconocidas,  $\lambda$  es el parámetro espectral, la función compleja  $q(x)$  es el potencial,  $*$  es la conjugación compleja y finalmente  $i$  es la unidad imaginaria. Existen algunas formas de reducir el sistema de Z-S a una ecuación de tipo Sturm-Liouville, se muestran, bajo algunas restricciones para el potencial, la solución del sistema en términos de series de potencias del parámetro espectral [4] y una aproximación analítica de la solución en términos de operadores de transmutación de Delsarte [5], también se muestran datos relacionados con la transformada de dispersión inversa tales como los coeficientes no lineales de Fourier. Finalmente se muestran algunos experimentos numéricos, sus propiedades, y ventajas numéricas. [1] M. J. Ablowitz, H. Segur. *Solitons and the Inverse Scattering Transform*. 1st ed. Society for industrial and applied mathematics (SIAM), 2000. [2] M. I. Yousefi, F. R. Kschischang. Information transmission using the nonlinear Fourier transform, part I: Mathematical tools. Submitted to IEEE transactions on information theory. ArXiv:1202.3653v2. [3] J. K. Shaw. *Mathematical principles of optical fiber communications*. SIAM, May 1, 2004-93 pages. [4] V. V. Kravchenko, R. M. Porter. *Spectral parameter power series for Sturm-Liouville problems*. Mathematical Methods in the Applied Sciences. *Special Issue: Complex-Analytic Methods*. Volume 33, Issue 4, pages 459-468, 15 March 2010. [5] V. V. Kravchenko, S. M. Torba. *Analytic approximation of transmutation operators and applications to highly accurate solution of spectral problems*. Journal of Computational and Applied Mathematics, Volume 275, February 2015, Pages 1-26.

#### Transferencia coherente en medios deformables no locales. (CI)

Luis Alberto Cisneros Ake (cisneros@esfm.ipn.mx)

Consideramos el problema de transporte coherente en medios continuos deformables sujetos a un potencial armónico de substrato. Consideramos entonces el estado cuasi estacionario del problema completo para encontrar una ecuación tipo Gross-Pitaevskii con un potencial externo no local, la cual es tratada por medios variacionales y numéricos para encontrar condiciones en los parámetros del modelo para la existencia de soluciones auto localizadas. Finalmente, estudiamos el problema estacionario completo y hacemos una aproximación del término no local, correspondiente a no localidades fuertes, para encontrar expresiones analíticas para los estados auto localizados en términos de soluciones en serie de una ecuación modificada de Bessel no lineal.

#### Dinámica de la interacción de solitones de Davydov. (RT)

José Francisco Solano Peláez, Luis Alberto Cisneros Ake (solano@esfm.ipn.mx)

Los mecanismos de localización y transporte de energía a lo largo de cadenas de proteínas, propuestos primeramente por A. S. Davydov, esta basado en un análisis lineal de la energía que se transporta mediante la amida-I y el enlace peptídico C=O de la cadena de aminoácidos. Los efectos de dispersión pueden hacer que se desorganice el sistema y produciendo así la pérdida de la fuente del mecanismo biológico. Sin embargo, en los casos de los efectos no lineales, la propagación de las vibraciones de amida-I se retro activan por parejas en la proteína, y la propagación de ésta pareja excitada está localizada y es dinámicamente autosuficiente, dando lugar a los solitones de Davydov. Por otro lado, cuando la proteína sufre un atrofia físico o existe una impureza en ella, crea aglomeraciones y no permite la propagación del solitón, repulsándolo por el atrofia y creando así la colisión con el siguiente y la pérdida de la energía.

Un desafío teórico es integrar el modelo de Davydov en el ciclo de la proteína completa y averiguar cómo la transferencia de energía vibracional puede eventualmente conducir a un cambio conformacional. En este trabajo estudiamos numéricamente la dinámica durante las colisiones de solitones de Davydov, ya que el sistema de ecuaciones de Davydov es no integrable. El comportamiento de colisión es diverso y complejo, muy sensible a las fases y velocidades de los solitones iniciales. Para algunos rangos de parámetros, los solitones son estables a las colisiones en el sentido de que estos conservan su estructura, aunque para algunos otros casos, la dirección de propagación puede ser alterada. Para otros rangos de parámetros se pueden producir cambios estructurales significativos. Mostramos los tres escenarios para los diferentes rangos de parámetros.

#### **Ecuaciones de Bessel perturbadas y sus soluciones como series de Neumann. (CI)**

*Sergii Torba, V. V. Kravchenko, R. Castillo-Pérez (storba@math.cinvestav.edu.mx)*

La siguiente ecuación

$$-y'' + \frac{\ell(\ell+1)}{x^2}y + q(x)y = \omega^2 y.$$

se conoce como la ecuación de Bessel perturbada. Para todo  $\ell$  esta ecuación posee una solución regular (acotada cerca de  $x = 0$  y que cumple con condición asintótica  $y(x) \sim x^{\ell+1}$ ). En la plática se demuestra que esta solución  $y$  tiene una representación como serie de Neumann

$$y(\omega, x) = \frac{c_\ell x j_\ell(\omega x)}{\omega^\ell} + \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \beta_n(x) j_{2n}(\omega x),$$

donde  $j_k$  son funciones esféricas de Bessel. Se presentan las formulas para los coeficientes  $\beta_n$  y se estudia la velocidad de convergencia de las sumas parciales. Entre otros se demuestra que la serie converge uniformemente para  $\omega \in \mathbb{R}$ . Los resultados se basan en la teoría de operadores de transmutación y en la teorema de Paley-Wiener. La ponencia se base en trabajo conjunto con V. V. Kravchenko y R. Castillo-Pérez.

#### **Reducción del P-D para ecuación $\operatorname{div}(\varepsilon \nabla u) = f$ en una región del plano a un P-D para la ecuación de Poisson con suposiciones adicionales sobre el campo $\varepsilon \nabla u$ . (RT)**

*Emmanuel Abdías Romano, Silvia Reyes Mora (Castillo abdiasm@yahoo.com)*

Una suposición importante que se puede hacer directamente sobre el campo  $\varepsilon \nabla u$  es que sea irrotacional, por ejemplo en el problema de la Tomografía de Capacitancia Eléctrica, el campo  $\varepsilon \nabla u$  representa el campo de velocidades del flujo, el cual no es rotacional en tuberías verticales (no se forman vórtices) y la mezcla sube en forma de filamentos o burbujas. Este trabajo de investigación está enfocado en la determinación de condiciones que permitan reducir el problema de Dirichlet (P-D) para la ecuación  $\operatorname{div}(\varepsilon \nabla u) = f$  en una región del plano, a un problema de Dirichlet para la ecuación de Poisson, con la suposición que  $\operatorname{rot}(\varepsilon \nabla u) = 0$ . Además de obtener su solución en forma explícita o de manera aproximada.

#### **Uso de Matlab para el desarrollo de competencias matemáticas, en la enseñanza de ecuaciones diferenciales en Ingeniería. (CDV)**

(CDV)

*Miguel Ángel Espíndola Lugo, José Alberto Roque Pacheco, Rebeca Yoselin Trejo Trejo, Ana Karen Uribe Mejía*

*(maespindola@iteshu.edu.mx)*

Se presenta un taller sobre el uso estratégico de la Plataforma GUIDE de MATLAB, en aplicaciones para la enseñanza de Ecuaciones Diferenciales en la Ingeniería, en un enfoque instrumental y con base al desarrollo de competencias matemáticas y con aporte al perfil del ingeniero. La metodología del taller permite a los asistentes analizar a través del uso de la herramienta tecnológica MATLAB y de sus capacidades programáticas, temáticas referidas a un curso de Ecuaciones Diferenciales (de educación superior tecnológica), con aplicaciones a fenómenos tales como: a) Leyes de Newton b) Incremento de la población c) Análisis de Circuitos Eléctricos (Ley de Ohm, Ley de Coulomb, Leyes de Kirchhoff, Semivida de un material y Leyes de Hook). Antecedentes Se presenta la estructura y metodología de un Taller sobre el uso estratégico de la Plataforma GUIDE de MATLAB en aplicaciones para la enseñanza de Ecuaciones Diferenciales en la Ingeniería en un enfoque basado en el desarrollo de competencias matemáticas. La metodología del taller permite a los asistentes analizar a través del uso de la herramienta tecnológica MATLAB y de sus capacidades programáticas, algunas temáticas referidas a un curso de Ecuaciones Diferenciales de Ingeniería. Se revisarán y analizarán propuestas de aplicaciones diseñadas para la revisión de temas tales como: a) Leyes de Newton b) Incremento de la población c) Análisis de Circuitos Eléctricos (Ley de Ohm, Ley de Coulomb, Leyes de Kirchhoff y Leyes de Hook) Por ejemplo: Aplicar las ecuaciones diferenciales a un circuito eléctrico conectado en serie del tipo LR, y comprenderás con precisión como realizar el análisis de un circuito eléctrico de éste tipo utilizando una metodología de 3 pasos. Propósito: El propósito del taller es la capacitación y adiestramiento de los asistentes (docentes de educación superior, estudiantes de educación superior) en el uso competente de la herramienta tecnológica MATLAB y de su estructura programática, para el diseño de instrumentos de análisis que permitan a los estudiantes el estudio de la implicaciones y aplicaciones de las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, en temáticas referidas a la Ingeniería. Estructura El taller tiene una estructura con fundamento en tres momentos específicos: 1. El análisis del uso de la Herramienta MATLAB, características, aplicaciones, estructura programática). 2. Uso estratégico de la Herramienta en ejemplos de aplicaciones de problemas de Ingeniería. 3. Desarrollo de Plataformas GUIDE de

MATLAB para el análisis de problemas de Ingeniería a través de Ecuaciones Diferenciales. Material: a) Equipos de cómputo. b) Programa de Cómputo Matlab con librería de aplicaciones Computer Algebraic Systems. c) Manual (proporcionado por el ponente). Método Algunos fenómenos reales pueden ser explicados a través de una ecuación diferencial por medio de la aplicación de las leyes físicas que rigen dichos fenómenos para generar un modelo que lo describe. Conociendo la ecuación diferencial del fenómeno en estudio, es posible analizar y comprender la fenomenología de determinado evento a través del uso estratégico de un sistema matemático de signos. Para ello el estudiante debe ser competente en el uso del sentido simbólico algebraico, ya que mediante la modelización y simulación es posible predecir resultados exactos a priori que demuestren la veracidad de las conjeturas y el análisis de un fenómeno real. A través de plantear y resolver aplicaciones de Ecuaciones Diferenciales, mediante el uso de herramientas de software matemático MatLab aplicando un lenguaje simbólico formal para el desarrollo de competencias matemáticas en Ingeniería, se desarrollarán aplicaciones en MatLab, utilizando los conceptos, definiciones, propiedades y métodos de análisis de las ecuaciones diferenciales ordinarias, con el propósito elaborar modelos matemáticos que permitan obtener una solución simulada del fenómeno. Las aplicaciones serán elaboradas a través de una interfaz gráfica GUIDE, la cual permite diseñar aplicaciones en un ambiente amigable para el usuario y por medio de fundamentos matemáticos, algorítmicos, algebraicos y procedimentales que proveen de rigor al proceso y de validez al resultado. Para desarrollar la interfaz será necesario plantear un algoritmo a través de un modelo matemático que determine la solución de la ecuación en estudio y que permitirá la obtención de un resultado preciso y fundamentado en conceptos y fenómenos propios de la física. Ello permitirá comprender el algoritmo, desarrollar los conceptos de Ecuaciones Diferenciales y el método de resolución apropiado para la ecuación que modele el problema. Generando una plataforma adecuada para simular los fenómenos a través de los datos. Los métodos a utilizar serán: variables separables, coeficientes indeterminados (enfoque de superposición y aniquilador), variación de parámetros y transformada de Laplace. **Referencias:** Rico Romero, L. y Lupiáñez Gómez, J.L. (2008). Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular. Madrid: Alianza Editorial, 368 p. ASIBEI, [En línea]. Available: <http://www.asibei.net/documentos/declaraciones.pdf>. [Último acceso: 5 Septiembre 2015]. [www.mathworks.com](http://www.mathworks.com). [Último acceso: 15 Septiembre 2015].

**Happy hour, perlas negras y la ecuación de calor.** (CDV)

*Sergio Iker Martínez Juárez* (iker@cimat.mx)

Presentare una deducción divertida y didáctica de la ecuación de calor a través del famoso trago "Perla Negra", utilizando herramientas básicas de calculo y geometría. También comentare brevemente las propiedades mas relevantes de esta ecuación parabólica así como algunas de sus aplicaciones. Esto con la finalidad de motivar el interés por las EDP's y los sistemas dinámicos evolutivos en gente de licenciatura.

## Estadística

Coordinador: Lili Guadarrama Bustos; L. Leticia Ramírez-Ramírez

Edificio 221, Aula E

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Rebeca Aguirre Hdez.	Edilberto Nájera R	Gabriel Núñez Antonio	Ignacio Méndez Gómez
9:30–10:00					
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	Víctor Alfredo Bustos	José Villaseñor Alva	<b>Luis E. Nieto Barajas</b>	<b>Carlos Díaz Avalos</b>
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	<b>Gabriel A. Rodríguez</b>	<b>José Luis Pérez</b>	<b>Asael Fabián Martínez</b>	Elizabeth González E.
12:00–12:30	<b>Alberto Contreras</b>	Araceli Ramírez L	Jorge R. López C	Juan A. Vera Herrera	Mississippi Valenzuela
12:30–13:00					
13:00–13:30	<b>Graciela González F</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	Ramón Reyes C	Edgar Felipe Lares	<b>TARDE LIBRE</b>	Evelyn Magali Suárez	Marcela López Gaytán
17:00–17:30					Mónica Arellano O.
17:30–18:00	Irene Marcelino S.	Gabriela López P		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	Alejandro Guzmán R.	Rocío G. Acosta Pech			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30				<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Una prueba de bondad de ajuste vía la divergencia de Kullback-Leibler. (CI)

Alberto Contreras Cristán, Eduardo Gutiérrez Peña, Stephen G. Walker (alberto@sigma.iimas.unam.mx)

En este trabajo proponemos una prueba de Bondad de Ajuste que surge de considerar la discrepancia entre la distribución especificada en la hipótesis nula y un “análogo bayesiano” de la distribución empírica. La estadística de prueba resultante tiene forma funcional y potencia similares a los de la conocida prueba de Anderson-Darling, pero para el caso de hipótesis simples y cuando la distribución en la hipótesis alternativa es sobredispersa o con colas más pesadas que la distribución en la hipótesis nula, nuestra propuesta es más potente.

### Regresión lineal PLS generalizada: Una metodología alternativa para la clasificación en datos de microarreglos. (CI)

Graciela González Farías, Adolphus Wagala, Rogelio Ramos (farias@cimat.mx)

En este trabajo se presenta una implementación del método de Mínimos Cuadrados Parciales Generalizado (PLSGLR) propuesto en principio por Bastien et al (2005) y varias de sus posibles combinaciones con regresión logística y análisis discriminante en datos de microarreglos. La ventaja de este método es que es válido para respuestas discretas y continuas y es muy simple computacionalmente. Se hace un estudio comparativo con otros métodos usuales que se encuentran documentados en la literatura y se observa que en general no hay un claro ganador, aunque si cuáles métodos son más robustos al incrementar el tamaño de muestra, siendo el de vecinos más cercanos el claro perdedor. Las pruebas se realizan sobre tres bases de datos que son comúnmente utilizadas para este propósito comparativo Colon, Leucemia y Próstata.

### Modelación de la sobredispersión. El caso del Pulgón Amarillo en Sorgo. (CI)

Ramón Reyes Carreto, María Guzmán Martínez, Flaviano Godínez Jaimes (rrcarreto@gmail.com)

Existen muchos tipos de modelos específicos para estudiar el problema de sobredispersión. De igual manera, existen muchas y variadas causas que propician dicho problema. En el presente trabajo se abordan dos enfoques: asumir una función de la varianza incluyendo parámetros adicionales y, asumir un modelo de dos estados de la respuesta. Se analizan datos de Pulgón Amarillo en Sorgo del estado de Nayarit en 2014, usando los dos enfoques en la modelación y se estiman los parámetros mediante los métodos de máxima

verosimilitud completa y máxima cuasi verosimilitud. Se utiliza el modelo lineal generalizado para estudiar los efectos de variables climáticas, tales como precipitación pluvial, temperatura, velocidad del viento, dirección del viento, humedad relativa, radiación global y evapotranspiración.

#### **Correlación entre los factores socio-ambientales e incidencia de dengue en México. (RT)**

*Irene Marcelino Salvador, Jorge Velázquez Castro (nevary\_543@hotmail.com)*

El dengue en México se considera un problema importante de salud pública, con respecto a su magnitud epidemiológica, el dengue es una enfermedad viral que se transmite a través de la picadura del mosquito *Aedes Aegypti*. En este trabajo se comprenden factores sociales y ambientales que contribuyen al aumento de incidencia de casos de dengue en México. Para lograrlo se encontró la correlación entre el promedio de habitantes por vivienda, generación de residuos sólidos, tomas de agua por vivienda, localidades con drenaje-alcantarillado, precipitación fluvial, temperatura (mínima, media y máxima) con la probabilidad de incidencia de dengue, los datos fueron registrados y recolectados de INEGI y DGA. Se hace un análisis de coeficientes principales, para posteriormente proponer un modelo fenomenológico de regresión lineal múltiple que permite estimar el aumento del número de infectados. El estudio es útil para el diseño de campañas preventivas, y puede ser empleado como sistema de alerta que ayude a los servicios de salud estimar su capacidad mínima necesaria para atender casos de dengue en los días siguientes a una condición óptima.

#### **A fast algorithm to model correlated binary responses through a probit model. (CI)**

*Alejandro Guzmán Rodríguez, Ciro Velasco Cruz (alejandroguzmanro@gmail.com)*

An algorithm to fit a Multivariate Probit Model for correlated binary data is proposed via conditional data augmentation and Gibbs sampling. A transformation of the model, based on a unique factorization of the correlation matrix, is used to obtain a hierarchically independent model, whose full conditional simulations do not require either a Metropolis step or a multivariate truncated Gaussian simulation; thus, a faster algorithm is obtained. This transformation also allows the inclusion of noninformative improper prior distributions of the parameters. Elapsed time, fit and prediction abilities are compared with an existing algorithm and an independent probit model. The proposed algorithm is significantly faster with minor and constant accuracy loss. This algorithm is suitable for high dimensional data and/or big data problems, when the computational cost is relevant.

#### **Adaptación y validación de una escala para medir la aflicción en pacientes mexicanos con diabetes tipo 2 y/o hipertensión. (CDV)**

*Rebeca Aguirre Hernández, I. P. Martínez Vega, S. V. Doubova, C. Infante Castañeda (rebeca.aguirrehdez@yahoo.com.mx)*

La aflicción es un estado de pesadumbre emocional no catalogado como un padecimiento psiquiátrico que se presenta en pacientes con enfermedades crónicas. La diabetes y la hipertensión son dos enfermedades crónicas que a menudo coexisten y con una alta prevalencia a nivel mundial. En México, los estudios sobre desórdenes emocionales en pacientes con diabetes e hipertensión generalmente se refieren a la depresión. La carencia de un instrumento validado que permitiera medir la aflicción provocaba que su estudio y tratamiento clínico fueran deficientes. La mayoría de los instrumentos para medir la aflicción han sido desarrollados para pacientes con diabetes; uno de ellos es el "Diabetes Distress Scale" (DDS) que originalmente tenía 28 reactivos y que se redujo a 17. El objetivo del estudio que realizamos fue adaptar al español de México y a pacientes con diabetes y/o hipertensión, el cuestionario DDS17 y validarlo. Se realizó un estudio transversal en dos clínicas familiares del IMSS en 2014. Se reclutaron 722 pacientes  $\geq 20$  años de edad con diabetes, hipertensión o ambas enfermedades. En la presentación se explicará qué análisis estadísticos se realizaron para concluir que el instrumento desarrollado es consistente y válido para medir la aflicción en pacientes con diabetes y/o hipertensión.

#### **Hacia una estimación más realista de la distribución del ingreso en México. (CI)**

*Víctor Alfredo Bustos y de la Tijera (alfredo.bustos@inegi.gob.mx)*

Se presenta la estimación de la distribución del ingreso entre los hogares mexicanos a través del ajuste de modelos, mediante el criterio de Máxima Log Pseudo Verosimilitud Restringida, usando simultáneamente datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), del Sistema de Cuentas Nacionales de México y del Sistema de Administración Tributaria para el año 2012. Se discuten los resultados y sus implicaciones en la medición de la pobreza y de la desigualdad por ingresos.

#### **Selección de conglomerados. (CI)**

*Gabriel Rodríguez Yam (gbielrodriguez@gmail.com)*

El problema de conglomerados es un problema estadístico de selección de modelos en el que se desconoce el número de grupos y los elementos que pertenecen a cada grupo. Cuando se modelan las poblaciones, la solución consiste en optimizar una verosimilitud penalizada. Hasta ahora se han propuesto alternativas a este problema de optimización, por ejemplo, en la rutina MCLUST escrito en R, una de las rutinas más usadas para encontrar conglomerados en poblaciones normales, para un número fijo de conglomerados,

usando el algoritmo EM (Expectation Maximization) se estiman los parámetros de la distribución mezcla. Y posteriormente los elementos de cada conglomerado son asignados “empíricamente”. En este trabajo se seleccionan simultáneamente el número de conglomerados y los elementos que pertenecen a cada conglomerado. Además de los criterios clásicos AIC y BIC, se explora también el criterio MDL (criterio de descripción de longitud mínima) de Risannen para la selección del número de los conglomerados y de los integrantes de éstos.

#### **Modelos de Markov ocultos una aplicación a los niveles de contaminación en la CDMX. (CDV)**

*Araceli Ramírez López (aramlop1905@gmail.com)*

Se presenta una descripción de los elementos de un modelo de Markov oculto, la metodología disponible para resolver los tres problemas más importantes en estos modelos, y se ofrece un panorama de la potencial aplicación de estos en diversas áreas. En particular, se muestra como una métrica basada en los modelos de Markov oculto puede caracterizar el background de las concentraciones de contaminantes en el aire de la Ciudad de México. Se analiza la evolución de la razón entre la contaminación ambiental y el background de las concentraciones en el periodo de 1992-2015, asimismo se presentan hechos estilizados encontrados temporal y espacialmente.

#### **Pruebas de hipótesis estadísticas y razones de prevalencia en la aceptación de la vacuna del virus del papiloma humano (VPH) en madres con hijas estudiantes de 9 a 15 años de edad de la Ciudad de Dro. (CDV)**

*Edgar Felipe Lares Bayona, Luis Francisco Sánchez Anguiano, Angélica Lechuga Quiñones, Diana Victoria Sosa Flores (edgarlares@ujed.mx)*

**Antecedentes:** El Cáncer Cérvicouterino (CaCu) ocupa el primer lugar en morbilidad y es la segunda causa de muerte por neoplasia maligna en México, en edades entre 25 y 64 años en mujeres. EL Virus del Papiloma Humano (VPH) es el principal factor que ocasiona el CaCu. Existen más de 100 tipos de VPH. Una forma efectiva y segura de prevenir ciertos tipos de virus de VPH que causan alrededor del 70% de todos los casos de Cáncer Cérvicouterino es la aplicación de vacunas que combatan el virus. La vacuna debe ser aplicada a niñas entre 11 y 12 años e incluso a niñas de 9 años principalmente. La vacuna debe administrarse antes del inicio de la actividad sexual (Centros para el control y la prevención de enfermedades, 2012). **Objetivo:** Identificación de la relación mediante pruebas de hipótesis y razones de riesgo para la aceptación de la vacuna del VPH entre factores de edad, escolaridad y conocimiento, en madres con hijas estudiantes de 9 a 15 años de edad de la Ciudad de Durango. **Método:** Se realizó un estudio transversal, descriptivo, comparativo en relación a las variables de interés por nivel educativo, edad y factores condicionantes para la aceptación de las madres de hijas estudiantes de 9 a 15 años de la ciudad de Durango. El tamaño de la muestra fue realizado mediante el cálculo de la estimación para la proporción de una población infinita, ajustado a las pérdidas (10%), obteniéndose un total de 470 participantes. La selección de los sujetos de estudio fue mediante el proceso del Muestreo Aleatorio Estratificado por edad y nivel socioeconómico de las estudiantes del sexo femenino de 9 a 15 años en escuelas públicas y privadas de la ciudad de Durango. Las herramientas empleadas para obtener la muestra fueron: Regiones Socioeconómicas de México (INEGI-2011) y el Censo de Población y Vivienda (INEGI 2005) para Durango. Se utilizó estadísticas descriptivas como media, desviación estándar e intervalos de confianza al 95% para variables cuantitativas por grupos de interés y para variables categóricas se obtuvieron frecuencias y porcentajes. Para la inferencia estadística se utilizó la prueba de Ji-cuadrada y para razones de riesgos se utilizó razones de momios de prevalencia y su intervalo de confianza al 95%. **Resultados:** Entre los resultados encontrados, la escolaridad no se relaciona a la aceptación de la vacuna ( $p > .05\%$ ), mientras que, la edad si hay una relación entre la aceptación de la vacuna del VPH ( $P < .05$ ). Otros factores condicionantes relacionados significativamente en la aceptación de la vacuna del VPH fueron: conocimiento de la existencia de una vacuna, edad conveniente para recibir información sobre la vacuna, importancia de tener información amplia sobre la vacuna y enfermedades de transmisión sexual ( $p < .05$ ). Es 3 veces mayor el riesgo de no permitir vacunar cuando no se tiene conocimiento de una vacuna, este riesgo puede ser hasta 6 veces mayor. Es 3.7 veces mayor el riesgo de no permitir vacunar cuando se cree que al vacunarse se puede iniciar la actividad sexual. **Conclusiones:** La aceptación de la vacuna para el VPH fue encontrada a grupos de menor edad. Aunque la escolaridad en la población de estudio no se encontró relación alguna, para el conocimiento de la vacuna del VPH es mayor la relación de la aceptabilidad de la vacuna cuando se tiene dicho conocimiento y por lo tanto se permite la aplicación a más temprana edad. Las pruebas de hipótesis estadísticas son importantes para la toma de decisiones por esto la confiabilidad de los resultados parten de un adecuado tamaño de muestra, disminución en los sesgos de información, verificación y de aleatoriedad en la selección de los sujetos de estudio. Las razones de riesgos son medidas utilizadas por epidemiólogos para resaltar la importancia de un grupo específico de interés (Permitir Vacunar) cuando se está expuesto a un factor que condiciona dicha respuesta. En este estudio la mayoría de los factores estudiados fueron estadísticamente significativos y de mayor riesgo en la población de estudio. Sin embargo, se debe continuar este tipo de estudios puesto que la población estudiada se encontró entre un 8 y 9% de no aceptabilidad aun considerando un conocimiento sobre la vacuna.

#### **Predicción del carbono orgánico en suelos: Comparación y selección de modelos de regresión. (RT)**

*Gabriela López Pineda, Gladys Linares Fleites, Hortensia J. Reyes Cervantes (beyota\_gab22@hotmail.com)*

En la actualidad, la modelación del Carbono Orgánico del Suelo (COS) tiene gran relevancia, debido a se encuentra íntimamente relacionado con el almacenamiento o secuestro de carbono, que es una de las formas de mitigación del Cambio Climático. En el

presente trabajo se proponen diferentes modelos de regresión sobre la relación existente entre el COS y otras propiedades físicas y químicas del suelo, en investigaciones realizadas en algunas zonas del estado de Puebla. Se persigue el objetivo de comparar y hacer selección de modelos bajo el criterio de optimizar la predicción del COS en las zonas estudiadas.

**Predicción genómica del rendimiento de híbridos de maíz en multiambientes usando modelos  $G \times E$ .** (RI)

*Rocío Guadalupe Acosta Pech, Paulino Pérez-Rodríguez, José Crossa Hiriart (racostapech@yahoo.com.mx)*

La predicción del rendimiento de híbridos (HP) es muy importante en los nuevos programas de mejoramiento agrícola. En el fitomejoramiento, las interacciones multi-ambientes para evaluar experimentos de genotipado con el ambiente juegan un papel importante en la selección de fenotipos con buenas características. En el presente trabajo se propone utilizar Modelos de Selección Genómica para predecir el rendimiento de Híbridos de Maíz en multi-ambientes. El objetivo es predecir el rendimiento de híbridos en base a información genotípica solamente de los padres e incorporando el término de interacción genotipo  $\times$  ambiente. Se ajustaron dos modelos  $GBLUP + E$  y  $GBLUP + E + E \times G$  y se compararon con base a su poder predictivo hallado en función a las correlaciones promedio. Para el ajuste de modelos se utilizó el software BGLR implementado en R. Se presentan resultados con un ejemplo de aplicación con datos reales. Palabras clave:  $GBLUP + E + E \times G$ , Precisión Predictiva, Modelos Paramétricos.

**Distribución fiducial invariante de la proporción binomial.** (CI)

*Edilberto Nájera Rangel, Federico O'Reilly Togno (edilberto.najera@ujat.mx)*

En este trabajo se presenta la distribución fiducial de la proporción binomial  $p$  propuesta por Nájera y O'Reilly (2015), la cual es invariante al intercambio de  $p$  por  $q = 1 - p$ . Para varios valores de  $p$ , tamaños de muestra  $n$  y niveles de confianza, se comparan las probabilidades de cobertura de los intervalos de confianza (fiduciales) de  $p$  obtenidos con esta distribución, con las de los correspondientes intervalos de confianza obtenidos con los métodos de Wald, de Wilson y de Agresti-Coull, así como con la probabilidad de cobertura del intervalo de Jeffreys de colas iguales. Del mismo modo, se comparan las respectivas longitudes esperadas de dichos intervalos.

**Una prueba estadística para la hipótesis de exponencialidad.** (CI)

*José A. Villaseñor Alva, Elizabeth González-Estrada (jvillasr@colpos.mx)*

La familia de distribuciones exponencial tiene una gran importancia en aplicaciones, principalmente en las áreas de confiabilidad y análisis de supervivencia para modelar el comportamiento probabilístico de datos provenientes de problemas en medicina e industria. Existe una cantidad considerable de pruebas estadísticas para la hipótesis de exponencialidad; sin embargo, es bien conocido que no existe la prueba uniformemente más potente para este problema. En este trabajo se presenta una nueva prueba para exponencialidad para la cual se obtiene la distribución nula asintótica de la estadística de prueba. Se presentan resultados obtenidos en un estudio de simulación de Monte Carlo en el que se compararon las potencias de otras pruebas en contra de la prueba propuesta. Los resultados muestran que esta prueba es competitiva bajo las distribuciones alternativas estudiadas.

**Procesos de Lévy espectralmente negativos con reflexión Parisina.** (CI)

*José Luis Pérez Garmendía (jluis.garmendia@cimat.mx)*

Consideraremos una compañía aseguradora que recibe inyección de capital para evitar la ruina. De manera diferente al enfoque de rescates clásicos donde el proceso subyacente esta restringido a permanecer en o por arriba de cero, en esta plática estudiaremos el caso en el que los rescates solo pueden ser efectuados en los tiempos de arribo de un Proceso de Poisson independiente en los cuales el proceso se encuentra por debajo de cero. También estudiaremos el caso con reflexión clásico por arriba para modelar el pago de dividendos de acuerdo a una estrategia de barrera. Calcularemos, enfocándonos en el caso de un proceso de Lévy, varias identidades incluyendo inyección de capital y pago de dividendos.

**Medidas de desigualdad a través de curvas de Lorenz paramétricas y utilizando varias fuentes de información.** (RT)

*Jorge Ricardo López Casas, José Elías Rodríguez Muñoz (act.jorgelopez4@gmail.com;elias.rodriguez@ugto.mx)*

En este trabajo se propone un nuevo método de estimación de medidas de desigualdad económica. En este método se utilizan curvas de Lorenz paramétricas ajustadas a los datos de la encuesta de la ENIGH y restringidas a la información del Sistema de Cuentas Nacionales. A través de un experimento de simulación se encontró evidencia empírica de que el estimador del índice de Gini tiene un sesgo relativo positivo pero cercano a cero y un error relativo de estimación menor al cinco por ciento. En dicho experimento de simulación se emularon el diseño de muestreo utilizado en la ENIGH y las condiciones reales del marco de muestreo de esta misma encuesta. Por último, el nuevo método de estimación se aplicó a la ENIGH 2012 para la estimación del índice de Gini y otras medidas de desigualdad.

**Propuesta de un modelo direccional para describir datos en el Simplex  $p$ -dimensional. (CI)**

Gabriel Núñez Antonio (gab.nuneza@gmail.com)

En diversas áreas de las ciencias el investigador se puede encontrar con variables cuyas componentes son la proporción o porcentaje de algún todo. Es decir con datos composicionales. Algunas aplicaciones se pueden encontrar, por ejemplo, en el análisis de composiciones geoquímicas de rocas, en control de calidad se desea determinar cuándo un nuevo proceso produce cambios significativos en los elementos que constituyen (componen) algún producto, etc. La peculiaridad de los datos composicionales es la restricción de que la suma de sus componentes debe ser una constante. Así, el espacio muestral natural asociado es el simplex  $p$ -dimensional. Para trabajar este tipo de variables una propuesta es mapear variables composicionales sobre la superficie de la esfera unitaria de dimensión  $(p - 1)$  (ver, Mardia y Jupp, 2000) y usar distribuciones asociadas a variables direccionales (variables en la esfera unitaria). En este trabajo se presenta una opción de modelar, desde un punto Bayesiano de la estadística, variables composicionales a través de la distribución Normal bivariada bajo proyección, usada para describir datos direccionales. Lo anterior, empleando métodos de simulación estocástica (MCMC) para hacer inferencias sobre los parámetros de los modelos propuestos. La metodología se ilustra con datos simulados como con datos reales.

**Interpolación bayesiana de series de tiempo no equiespaciadas. (CI)**

Luis Enrique Nieto Barajas (lnieto@itam.mx)

En esta plática presentaremos un modelo basado en un proceso Gausiano para interpolar series de tiempo no equidistantes y producir predicciones en tiempos equiespaciados con el objetivo de poder hacer análisis comparativos entre varias series de tiempo. La función de covarianza del proceso Gausiano es parametrizada en términos de funciones de supervivencia Weibull y log-logística y la dependencia entre observaciones depende de la distancia entre los tiempos. La inferencia del modelo es bayesiana y la predicción se realiza mediante distribuciones predictivas condicionales a los  $m$  tiempos observados más cercanos. Para ilustrar usamos bases de datos de temperatura y  $\text{CO}_2$  observados durante 800,000 años.

**Modelos de mezclas con pesos decrecientes y su aplicación en estimación de densidades y clustering. (CI)**

Asael Fabian Martínez Martínez, Pierpaolo De Blasi, Ramses H. Mena, Igor Prünster (asael.martinez@cimat.mx)

Las mezclas de densidades son una flexible y poderosa herramienta en distintas áreas de investigación para modelar heterogeneidad. Bajo un enfoque bayesiano no paramétrico, la distribución mezcla está dada por una medida aleatoria de probabilidad (MPA) discreta. El modelo de mezclas resultante posee algunas propiedades interesantes ya que, por ejemplo, nos permite hacer inferencias sobre el número de grupos y sobre la estructura de agrupamiento de los datos. Entre las distintas clases de MPAs, el proceso Dirichlet es el más conocido y utilizado. Sin embargo, existe una nueva clase de medidas de probabilidad, basadas en el denominado proceso geométrico, con una estructura más simple en la sucesión de pesos, lo cual los hace una opción atractiva en este contexto. En esta plática se presentan algunos ejemplos específicos de modelos de mezclas con pesos decrecientes; estudiamos sus propiedades e ilustramos su funcionamiento en estimación de densidades y clustering.

**Proceso Markoviano y probabilidad de Weibull en una estación hidrométrica. (CI)**

Juan Alberto Vera Herrera, Ricardo Alberto Cavazos González, María Aracelia Alcorta García (juan.verahr@uanl.edu.mx)

Se presenta el análisis estadístico a una estación hidrometeorológica, en donde se tienen en primera instancia los caudales máximo diario anual, determinando las propiedades de estado estable del sistema con base si es mayor o menor a la media la probabilidad de que se presente dicho caudal; prosiguiéndose a realizar particiones y determinar de cada sistema las probabilidades de estado estable, para comparar con la metodología de probabilidad de Weibull (aplicada en hidrología superficial) en donde se determina la frecuencia de los caudales máximos.

**Efecto del adecuado seguimiento de la diabetes en la aparición de complicaciones. Una aplicación de la estadística. (RT)**

Evelyn Magali Suárez Reyes, Alma Sofía Santillán Hernández, Roberto Ávila Pozos (evelyn.maga21@gmail.com)

En esta charla se presentan los resultados de una evaluación de impacto de la asistencia a las Clínicas de Diabetes (CD) de los Servicios de Salud del Estado de Hidalgo (SSH) sobre el adecuado control de la glucosa. Las Clínicas de Diabetes tienen como objetivo reducir la incidencia de las complicaciones crónicas, los costos y la mortalidad de la enfermedad, así como mejorar la atención a los pacientes. Usando datos del historial clínico de los pacientes asistentes a estas clínicas del 2002 al 2010 y un análisis estadístico de diferencias en diferencias se ha encontrado evidencia empírica significativa de que los pacientes que asisten al menos cada seis meses a las CD redujeron más su presión arterial y presentaron menos complicaciones como retinopatía, neuropatía y úlceras en los pies en comparación con los diabéticos que no asistieron con esa frecuencia. Además, mediante pruebas de hipótesis de diferencia en medias se ha logrado determinar, que en promedio, los diabéticos hiperglucémicos que asisten al menos cada seis meses a una CD redujeron un 26.4% su nivel de glucosa anualmente y el 64% de los pacientes que presentaron una glucosa controlada en la primera

visita a la CD lograron mantener este control de glucosa. En cambio, los pacientes hiperglucémicos que no tuvieron esa frecuencia de asistencia sólo redujeron un 7.6% anual su nivel de glucosa y el 49.8% de diabéticos con nivel de glucosa adecuado en la primera visita lo mantuvieron. Estos resultados nos proporcionan evidencia empírica de que el asistir frecuentemente al médico y seguir las indicaciones ayuda a tener un control adecuado de la enfermedad y prolonga la aparición de las complicaciones.

**El uso de bloques multivariados para el control de covariables en la estimación del efecto de la intervención para reducir anemia en niños de 12-30 meses de edad. (CI)**

*Ignacio Méndez Gómez Humarán (imendez@cimat.mx)*

En la práctica se utilizan distintos métodos estadísticos para estimar los efectos de tratamiento con la inclusión de covariables como fuentes de sesgo o confusión. El objetivo de este estudio es mostrar la ventaja del uso de bloques multivariados como estratos en el control de variables socioeconómicas como factores de confusión. Se realizó un contraste de procedimientos analíticos para las estimaciones de efecto de tratamiento con leche fortificada sobre la anemia en niños de 12–30 meses de edad. Se utilizaron modelos de regresión logística con varias covariables; usando los primeros componentes principales generados con las covariables; usando bloques de post-tratamiento generados vía análisis de conglomerados de las covariables; y usando procedimientos de emparejamiento por puntaje de propensión. Los modelos de regresión logística con selección de covariables, con los tres primeros componentes principales y con tres bloques multivariados son muy similares, mostrando una estimación de un efecto significativo en la reducción de anemia ( $p = 0.055$ ,  $p = 0.03$  y  $p = 0.05$  respectivamente). El uso de bloques multivariados es útil para estudiar el efecto de interacción del tratamiento con diferentes bloques mostrando efectos diferenciales, donde se muestra un efecto muy significativo en los sujetos con características socioeconómicas intermedias ( $p = 0.007$ ). El emparejamiento por índice de propensión mostró un efecto significativo en la reducción de anemia ( $p = 0.031$ ). El análisis del puntaje de propensión es importante en la comprensión de la asociación de las covariables con los grupos de tratamiento, que permite identificar variables que son confusoras potenciales y estudiar posibles sesgos de selección, lo que podría ser útil para la planificación de futuros estudios. Por su parte, los modelos de regresión con bloques multivariados permiten la estimación diferencial de los efectos del tratamiento en diversos grupos de sujetos de estudio, representando una ventaja adicional al permitir identificar las características de sujetos donde el programa de intervención puede tener un mayor efecto, homogenizando los subgrupos de comparación respecto a las covariables y reduciendo la posibilidad de sesgos.

**Procesos puntuales espaciales como herramienta de análisis de datos geoespaciales: Métodos y aplicaciones. (CI)**

*Carlos Díaz Ávalos (zhangkalo@gmail.com)*

Los procesos puntuales espaciales son un modelo estocástico con amplias posibilidades de aplicación en el análisis de fenómenos en las ciencias naturales, económicas y sociales. En esta plática se presentan los fundamentos de la teoría de procesos puntuales espaciales y se muestran algunos ejemplos de su aplicación en el proceso de infrencia estadística de incendios forestales y de competencia entre plantas en un bosque tropical.

**Dos pruebas estadísticas para la hipótesis de la distribución Laplace. (CI)**

*Elizabeth González-Estrada, José A. Villaseñor (egonzalez@colpos.mx)*

La familia de distribuciones de Laplace o doble exponencial tiene aplicaciones en las áreas de economía, finanzas, hidrología, entre otras, en donde se usa como un modelo para conjuntos de datos simétricos con colas más pesadas que las de la distribución normal. En este trabajo se presentan dos pruebas para probar la hipótesis de que una muestra aleatoria proviene de una distribución de Laplace. Una prueba está basada en una razón de estimadores del parámetro de escala y la otra prueba está basada en una transformación de datos a variables exponenciales. Se presentan resultados de un estudio de simulación de Monte Carlo para la comparación de potencias con otras pruebas conocidas. Las pruebas propuestas resultan ser más sensibles para diferenciar la distribución de Laplace de otras distribuciones alternativas estudiadas.

**Métodos estadísticos basados en la verosimilitud utilizados en física de altas energías. (RT)**

*Mississippi Valenzuela Durán, María Isabel Pedraza Morales (genesis2017@hotmail.com)*

Los Físicos de Altas Energías han utilizado diferentes métodos para analizar los datos que recolectan. El número de eventos en los experimentos ha crecido de cientos a millones de eventos durante los últimos 50 años. La forma de analizar los datos también ha evolucionado con el número de eventos con el fin de tener en cuenta todas las incertidumbres sistemáticas relacionadas con el correspondiente análisis. Los más grandes experimentos hoy en día detectan más de 4 millones de eventos por segundo. En el presente trabajo, presentamos los métodos estadísticos utilizados para analizar estos datos, centrándonos en los que se utilizaron para el descubrimiento del bosón de Higgs y las búsquedas de física más allá del Modelo Estándar reportados por la colaboración Compact Muon Solenoid (CMS). Revisamos el procedimiento de pruebas estadísticas basadas en el método estadístico Likelihood utilizado para declarar un descubrimiento o un conjunto de exclusiones.

**Eficiencia de pruebas estadísticas secuenciales con horizonte finito. (RT)**

*Marcela López Gaytán, Andrey Novikov (kier\_93@hotmail.com)*

Eficiencia de pruebas estadísticas secuenciales con horizonte finito Sean dos hipótesis simples sobre un parámetro desconocido de una distribución de probabilidades. Se considera el esquema secuencial, cuando las observaciones de esta distribución se toma de una en una, con un análisis entre ellas (tiempo de paro) que sirve para decidir sobre la terminación de la prueba. Las probabilidades de error son la tipo 1 y la tipo 2. En este trabajo se investiga el procedimiento de prueba óptimo cuando se permiten tomar las observaciones hasta un máximo  $N$  (horizonte). Si la restricción no existe ( $N$  igual a infinito), la famosa prueba secuencial de razón de probabilidades (SPRT) minimiza el número promedio de observaciones en la clase de todas las pruebas cuyas probabilidades de error no exceden las de la SPRT. Nosotros investigamos, para observaciones Bernoulli con alguna probabilidad la eficiencia, en el mismo sentido de las pruebas secuenciales óptimas bajo una restricción sobre el número máximo número de observaciones  $N$  finito. Presentamos resultados numéricos de comparación entre la prueba secuencial óptima con horizonte finito  $N$ , la prueba de Neyman Pearson basada en  $N$  observaciones y la SPRT, todas con unas mismas probabilidades de error.

**Comparación del modelo ARIMA y Markoviano en la determinación de pronósticos de caudales en una estación hidrométrica.**

(CI)

*Monica Arellano Ontiveros, David Clemente López Pérez, Juan Alberto Vera Herrera (kai\_moni@hotmail.com)*

Análisis de la serie de tiempo de caudales máximos diarios anuales ( $Q$ ) en una estación hidrométrica, se realizó un análisis probabilístico de Weibull para determinar el periodo de retorno y sus probabilidades de excedencia ( $P_e$ ); se determinó el proceso Markoviano correspondiente y los modelos autorregresivos, con el fin de comparar los pronósticos de  $Q$  y observar el comportamiento, esto con la finalidad de predecir los caudales para poder diseñar las estructuras hidráulicas más eficientes y mitigar los desastres naturales.

## Física Matemática

Coordinador: Tatjana Vukasinac J.

Edificio 221, Aula O

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Garret E. Sobczyk	Juan Eduardo Linares		
9:30–10:00		Garret E. Sobczyk	Yosefat Nava Alemán		
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	<b>Misael Avendaño C.</b>	<b>Petr Zhevandrov B.</b>		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Anselmo Torresblanca	Homero Geovani Díaz		
12:00–12:30	<b>Idrish Huet Hdez.</b>	<b>Juan Daniel Reyes P.</b>			
12:30–13:00					
13:00–13:30	<b>Hugo A Morales</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	Oscar A. Tanahara	<b>Micho Durdevich</b>	<b>TARDE LIBRE</b>		
17:00–17:30	Gildardo Barrientos				
17:30–18:00	Cynthia G. De Loza	Perla Cecilia Lucio		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	José C Zamarripa	María Luisa Mendoza			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30				<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Los aliens de Feynman a través del espejo: La teoría de Grupos en Física. (CDV)

*Idrish Huet Hernández* (idrish.huet@gmail.com)

Relatamos en orden y contexto histórico los elementos de la teoría de grupos y varias de sus aplicaciones más importantes en la física, tanto clásica como cuántica. Reflexionamos sobre la ubicuidad y relevancia de los grupos en la descripción matemática del universo y su perspectiva contemporánea.

### Mecánica cuántica polimérica, materia y espacio tiempo cuántica. (CI)

*Hugo Aurelio Morales Técotl* (hugo@xanum.uam.mx)

A cien años de la propuesta por Einstein de la teoría de la Relatividad General una pregunta abierta concierne la relación de la microestructura del espacio tiempo con las singularidades de los agujeros negros y los modelos cosmológicos, y con las divergencias de las teorías de campos a muy altas energías. La Gravitación Cuántica por Lazos ha logrado avances en estas direcciones; aquí la geometría, por ejemplo el área de una superficie, resulta discreta a la escala de Planck y los estados cuánticos están etiquetados por gráficos que asemejan un polímero. Es posible hacer un paralelismo de esta cuantización en modelos mecánicos, por ejemplo un oscilador armónico, definiendo de esta manera la llamada Mecánica Cuántica Polimérica. Notablemente, el interior del agujero negro de Schwarzschild y los modelos cosmológicos homogéneos son también sistemas con un número finito de grados de libertad gravitacionales. En este sentido los infinitos osciladores que conforman un campo escalar en un fondo fijo como el espacio tiempo de Minkowski son candidatos naturales a esta cuantización para investigar el comportamiento del campo a muy altas energías. En esta plática introductoria describiremos brevemente los elementos mencionados antes con énfasis particular en la Mecánica Cuántica Polimérica, incluyendo sus alcances y limitaciones.

### La ecuación KdV: análisis de las soluciones numérica y exacta. (RI)

*Oscar Alberto Tanahara Romero, Martín Gildardo García Alvarado* (weretan\_faux@hotmail.com)

La ecuación KdV ha sido objeto de mucho interés en los últimos años. Existen diferentes esquemas numéricos para estudiar el problema de la interacción de soluciones tipo solitón de esta ecuación. También existen varias maneras de resolver de manera exacta el mismo

problema de interacción. En este trabajo se expone de manera detallada el procedimiento para resolver la ecuación KdV usando transformaciones de Bäcklund y se utiliza la solución obtenida para analizar el nivel de precisión de algunos esquemas numéricos que se han publicado recientemente para estudiar el problema de interacción.

#### **Ecuaciones de reacción difusión en medios curvados. (RI)**

*Gildardo Barrientos Sánchez, José Antonio Santiago García, Oswaldo González Gaxiola, Guillermo Chacón Acosta*  
(gildardo.barrientos@gmail.com)

El estudio de la dinámica de una partícula sobre un medio curvado no es algo nuevo empero un problema muy interesante debido a las aplicaciones tan amplias en la Física. Por ejemplo, los procesos de difusión en Biofísica al estudiar el movimiento de una proteína sobre una membrana celular. A escalas mayores se pueden estudiar los patrones que se forman en la piel de los animales, siendo estos distintos de acuerdo a qué parte corresponda del individuo. Es indispensable, entonces, la herramienta y métodos que proporciona la Geometría Diferencial para estudiar los efectos que genera la curvatura del medio sobre los diversos fenómenos a estudiar.

#### **Geometría de planos hiperbólicos cuánticos. (RT)**

*Perla Cecilia Lucio Peña* (perlalucio@hotmail.com)

Dentro del marco conceptual de Haces Principales Cuánticos, abordaremos una serie de ejemplos de Planos Hiperbólicos Cuánticos, donde su estructura geométrica, tal como, Cálculo Diferencial, Conexión, Curvatura y Métrica nos revelan interesantes propiedades de estos espacios.

#### **Ecuaciones pseudodiferenciales no arquimedianas de tipo Klein-Gordon. (RT)**

*María Luisa Mendoza Martínez* (mmendoza@math.cinvestav.mx)

En los últimos años el Análisis no Arquimediano ha recibido mucha atención debido a sus conexiones con la Física Matemática. Toda esta investigación ha sido motivada por dos ideas Físicas. La primera es la conjetura en física de partículas que afirma que a distancias muy pequeñas, el espacio-tiempo tiene una estructura no Arquimediana. La segunda idea viene de la Física Estadística, particularmente de los modelos que describen la relajación en macro-moléculas y proteínas. El objetivo de esta plática será presentar algunos de los resultados básicos en el Análisis no Arquimediano y hablar sobre una ecuación de tipo Klein-Gordon sobre campos p-ádicos que tienen un comportamiento similar a las ecuaciones de Klein-Gordon clásicas.

#### **Geometric spinors, relativity and the Hopf fibration. (CDV)**

*Garret Eugene Sobczyk Wyrzykowski* (garret\_sobczyk@yahoo.com)

Geometric number systems are obtained by extending the real number system to include new anticommuting square roots of  $\pm 1$ , each such new square root representing the direction of a unit vector along orthogonal coordinate axes of a Euclidean or pseudo-Euclidean space. These new number systems are a geometric basis for tables of numbers, called matrices, and the consistency of matrix algebras prove the consistency of our geometric number systems. Geometric numbers provide new tools for exploring of the nature of spacetime, the concept of Pauli and Dirac spinors, and the famous Hopf fibration.

#### **Geometric interpretation of Pauli and Dirac Spinors. (CI)**

*Garret Eugene Sobczyk Wyrzykowski* (garret\_sobczyk@yahoo.com)

In the real geometric algebra of space, Pauli spinors can be interpreted as points on the Riemann sphere, or as points in the real projective plane. By complexifying the real geometric algebra to the complex geometric algebra of spacetime, Dirac spinors become either points on the Complex Riemann sphere, or points on the complex projective plane. We explore the consequences of this novel interpretation for multi spin 1/2-particle systems. **Referencias:** [1] G. Sobczyk, *Part I: Vector Analysis of Spinors*, <http://arxiv.org/pdf/1507.06608.pdf>; [2] G. Sobczyk, *Part II: Spacetime Algebra of Dirac Spinors*, <http://arxiv.org/pdf/1507.06609.pdf>

#### **Un enfoque perturbativo para estudio de estabilidad de oscilador de Pais-Uhlenbeck. (CI)**

*Misael Avendaño Camacho, José Antonio Vallejo Rodríguez, Yury Vorobiev* (misaelave@gmail.com)

Usando la teoría de formas normales y reducción para sistemas Hamiltonianos, se presenta un análisis detallado de la estabilidad orbital del oscilador de Pais-Uhlenbeck. Este sistema se puede considerar como una perturbación del Hamiltoniano que representa la resta de dos osciladores. En particular, se muestra como calcular los generadores del algebra de simetrías del oscilador armónico en cuyos términos es posible expresar las forma normal del oscilador de Pais-Uhlenbeck. También se describe detalladamente el espacio fase reducido para este sistema Hamiltoniano y se da una prueba de la existencia de órbitas estables para un cierta clase autointeracciones las cuales solo han sido encontradas numericamente.

**Difusión ultra-métrica y sistemas complejos. (CI)**

Anselmo Torresblanca Badillo (torresbadillo15@hotmail.com)

Los procesos estocásticos en espacios ultra métricos han recibido mucha atención en los últimos años por sus conexiones con modelos de sistemas complejos. En esta ponencia se estudiarán paisajes de energía de sistemas complejos y procesos estocásticos sobre los p-ádicos.

**Geometría y agujeros negros. (CDV)**

Juan Daniel Reyes Pérez (jdrp75@gmail.com)

La definición global clásica de agujeros negros en relatividad general en términos de horizontes de eventos y horizontes de Killing ha permitido la demostración de teoremas generales que describen el comportamiento y propiedades físicas importantes de los mismos. A pesar de ello, desde una perspectiva más física, dichas definiciones no son completamente satisfactorias. En esta plática discutiremos de manera general la geometría y definición cuasilocal de horizontes aislados que describen agujeros negros en cuasiequilibrio. Esta caracterización más moderna y satisfactoria desde el punto de vista físico y operacional, ha permitido la demostración de teoremas análogos para agujeros negros en cuasiequilibrio y la exploración de sus aspectos cuánticos.

**Geometría de la realidad Física & pensamientos de Nikola Tesla. (CI)**

Micho Durdevich (micho@matem.unam.mx)

Dentro del marco conceptual de la geometría cuántica, platicaremos sobre 2 entrelazadas (y quizás podemos decir no tan bien conocidas) ideas teóricas de Nikola Tesla. La de gravitación electro-magnético-dinámica y de la naturaleza energética y contextual de objetos físicos. Ambas ideas permiten una elegante y unificante realización geométrica, que nos lleva mas allá de las formulaciones estándares: Ver la gravitación como manifestación de fenómenos electro-magnéticos, y la posibilidad de restablecer causalidad y localidad en la mecánica cuántica, extendiéndola a una teoría subcuántica. Para que todo esto funcione bien, es necesario desarrollar un nuevo y refinado concepto de objeto físico: una semántica física, incluyendo el cambio en la forma de pensar sobre la existencia y no existencia, en un mundo cuántico.

**Agujeros negriblancos desde un vacío pentadimensional. (RT)**

Cynthia Guadalupe De Loza Aguilar, José Edgar Madriz Aguilar, Juan Antonio Nieto García (cynthiadeloza@hotmail.com)

Un agujero negro es una solución a las ecuaciones del campo de Einstein de la relatividad general en vacío y con simetría esférica. A esta solución se le conoce como métrica de Schwarzschild. En 2015 los investigadores Haggard y Rovelli publicaron un artículo en el contexto de la teoría cuántica de lazos (ArXiv:1407.0989/gr-qc), donde se habla de una posible transformación de un agujero negro en un agujero blanco. En este trabajo establecemos un mecanismo gravitacional clásico que permite de igual manera obtener una posible transición de un agujero negro a un agujero blanco. A este tipo de agujeros los llamaremos agujeros negriblancos. Dicho mecanismo está basado en la métrica conocida como Schwarzschild-de-Sitter, la cual describe un agujero negro en presencia de una densidad de energía de vacío, exterior al agujero negro, descrita por una constante cosmológica.

**Expansión acelerada del universo desde un vacío escalar pentadimensional de Brans-Dicke. (RT)**

José Carlos Zamarripa Rodríguez, José Edgar Madriz Aguilar (zama\_92@live.com.mx)

La aceleración en la expansión del universo es un problema que, desde su detección observacional en 1998, no ha tenido una explicación teórica totalmente aceptable. El modelo más aceptado que explica esta aceleración es el modelo cosmológico estándar o modelo de concordancia. Sin embargo, bien sabido es que este modelo adolece de un problema fuerte: el problema de la constante cosmológica. En este trabajo de tesis se emplea una teoría escalar-tensorial de Brans-Dicke de gravedad modificada en un vacío geométrico 5-dimensional, cuyas ecuaciones de campo al ser proyectadas en nuestro universo observable, modelado por una hipersuperficie 4-dimensional encajada en el espacio-tiempo 5D, corresponden a las ecuaciones de campo de la teoría de la relatividad general con un término extra de corrección, determinado por la curvatura extrínseca de la hipersuperficie, que físicamente juega el papel de una constante cosmológica, de origen geométrico, capaz de explicar la presente expansión acelerada del universo, sin el problema de la constante cosmológica.

**Solución de ecuaciones de la Física Matemática mediante el método de elementos finitos con FEniCS. (CDV)**

Juan Eduardo Linares Pérez (eduardo\_linares@comunidad.unam.mx)

El método de los elementos finitos se ha convertido en un método universal para la solución de ecuaciones diferenciales. Gran parte del éxito de dicho método se puede atribuir a su generalidad y elegancia, permitiendo que una amplia gama de ecuaciones diferenciales de todas las áreas de la ciencia y la ingeniería puedan ser analizadas y resueltas dentro de un marco común gracias a la flexibilidad de su formulación; mientras que FEniCS es una herramienta fácil de usar para la resolución de ecuaciones diferenciales parciales mediante elementos finitos con un código bastante corto, que se puede programar tanto en C++ como Python, sin requerir un conocimiento profundo de la teoría matemática abstracta del método de elementos finitos, ni de la familiaridad con alguno de los lenguajes de programación anteriormente mencionados.

**Modelo mesoscopico de efusión de partículas utilizando caminata aleatoria repulsiva. (CI)**

Yosefat Nava Alemán (yosefat\_001@hotmail.com)

La efusión es un proceso en el cual un grupo de partículas escapa de una región del espacio a otra por medio de una abertura. Este proceso implica que una sustancia se distribuye uniformemente en un espacio libre, debido a que las partículas tenderán a tener más choques entre sí en regiones de mayor concentración hasta moverse a regiones de menor concentración. Estas propiedades de efusión son similares a las de la caminata aleatoria repulsiva la cual es una generalización de la caminata aleatoria al existir un coeficiente de interacción entre las partículas vecinas debido a su cercanía. Siendo una propuesta análoga a las representaciones de difusión representadas por medio de caminatas aleatorias, con esto en mente se presentara un modelo relativamente sencillo que permita simular a un nivel mesoscopico procesos de efusión.

**Modos atrapados y dispersión en guías de ondas. (CDV)**

Petr Zhevandrov Bolshakova (pzhevand@gmail.com)

Modos atrapados son funciones propias de los operadores diferenciales que aparecen en varias áreas de física matemática relacionadas con propagación de ondas en medios infinitos. Si el medio es además homogéneo, las ondas planas del espectro continuo se propagan a lo largo de la guía sin encontrar ningún impedimento. En cambio, si el medio presenta obstáculos —p.ej., no homogeneidades— las ondas pueden resultar atrapadas por ellas. Matemáticamente, esto significa que pueden existir eigenfunciones que decaen a lo largo de la guía y si la frecuencia de la fuerza externa coincide con la de la onda atrapada, la amplitud de ella puede crecer en el tiempo en contraste con el caso del medio homogéneo cuando las ondas planas del espectro continuo llevan la energía al infinito. Frecuentemente, la existencia de ondas atrapadas se debe a la existencia del umbral del espectro continuo, como es el caso de la ecuación de Schrödinger con un pozo potencial de poca profundidad. Este pozo siempre produce una onda atrapada cerca del umbral del espectro continuo que en este caso es el rayo positivo de multiplicidad 2. El espectro continuo puede tener estructura más complicada. Por ejemplo, puede haber varios umbrales entre los cuales la multiplicidad del espectro continuo es constante. Estos umbrales sumergidos en el espectro continuo también pueden generar modos atrapados bajo perturbaciones, pero sólo si las perturbaciones satisfacen ciertas condiciones geométricas. Además, el comportamiento de las ondas cuyas frecuencias están cerca de los umbrales puede manifestar las así llamadas “anomalías de Wood” que son cambios drásticos en los coeficientes de reflexión y transmisión aunque la perturbación es tan pequeña como uno quiera. La dificultad matemática de estos problemas se debe al hecho de que el problema no perturbado no posee eigenvalores y por lo tanto no se puede aplicar la teoría estándar de perturbaciones; además, los eigenvalores imbuídos se encuentran dentro del espectro continuo y por eso tampoco se puede aplicar la serie perturbativa estándar. Vamos a ilustrar estos fenómenos con varios ejemplos: guías de ondas cuánticas y acústicas, la viga de Timoshenko y ondas en un líquido de dos capas.

**Corrientes de Noether y Álgebras de Poisson. (CI)**

Homero Geovani Díaz-Marín, José A. Zapata Ramírez (hdiaz@umich.mx)

Damos un repaso del formalismo matemático de Teorías Clásicas de Campos y la construcción de álgebras de observables como corrientes de integración de Noether en hypersuperficies.

**Título por anunciar. (CP)**

Alejandro Corichi Rodríguez Gíl ( )

## Geometría Algebraica

Coordinador: Claudia Reynoso Alcántara  
 Edificio 220, Aula B2  
 Unidad de Estudios Avanzados

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Alexis García Zamora	Ignacio Otero Rubio	<b>Jesús Rogelio Pérez</b>	Jesús Adrián Cerda
9:30–10:00			Genaro Hernandez M.		Luis Núñez B.
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	Zeinab Toghani	Julio César Magaña	Oscar Antonio Ríos	
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	<b>Jesús Romero V.</b>	Ariel Molinuevo	Leonardo Roa L.	Rolando Gómez M.
11:00–11:30			<b>RECESO</b>		
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Enrique Chávez M.	<b>Graciela Reyes A.</b>	Oscar García Hdez.	Isidro Nieto Baños
12:00–12:30	Arturo Enrique Giles	<b>Rafael H. Villarreal</b>	Abel Castorena	Leticia Brambila Paz	Pedro Luis del Ángel
12:30–13:00					
13:00–13:30	Petra Rubí Pantaleón	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	<b>Miguel Á. de la Rosa</b>				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30	Carlos R. Guzmán D.	Angelito Camacho C.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
17:30–18:00	<b>Xavier Gómez Mont</b>	Viridiana Onofre A.			
18:00–18:30		Daniel Duarte			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:00–19:30					
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Sobre la modificación de Nash de un germen de singularidad analítica.** (CI)  
 Arturo Enrique Giles Flores (arturo.giles@cimat.mx)

Para un germen de singularidad analítica  $(X, 0) \subset (\mathbb{C}^n, 0)$  el conjunto de límites de espacios tangentes juega un papel importante en el estudio de la equisingularidad. Este conjunto es una subvariedad algebraica de la Grasmanniana adecuada y puede ser construido via la modificación de Nash. El objetivo de este trabajo es caracterizar las subvariedades de  $\mathbb{C}^n \times G(d, n)$  que son la modificación de Nash de su imagen bajo la proyección sobre  $\mathbb{C}^n$ . Este resultado generaliza la caracterización del espacio conormal  $C(X)$  como subvariedades Legendrianas de  $\mathbb{C}^n \times \mathbb{P}^{n-1}$  con la estructura de contacto canónica. Recordemos que en el caso de hipersuperficies la modificación de Nash coincide con el espacio conormal.

**Esquemas de Hilbert: Coordenadas y un algoritmo de pertenencia.** (CDV)  
 Petra Rubí Pantaleón Mondragón (petra.pantaleon@cimat.mx)

Los esquemas de Hilbert son variedades algebraicas que parametrizan familias de ideales en anillos de polinomios. En esta plática veremos una introducción al esquema de Hilbert de puntos en el plano y que este está cubierto por un conjunto finito de variedades afines asociadas de manera inyectiva al conjunto de particiones de un cierto entero. El objetivo es presentar un algoritmo computacional que determine dado un punto del esquema de Hilbert a que abierto de dicha cubierta pertenece.

**Sobre el álgebra de Milnor y periodos de integrales.** (CDV)  
 Miguel Ángel de la Rosa Castillo (delarosa@cimat.mx)

Para un germen de singularidad aislada de hipersuperficie  $f$  que manda el espacio germen  $n + 1$  dimensional  $(\mathbb{C}^{n+1}, 0)$  en el espacio germen 1 dimensional  $(\mathbb{C}, 0)$ , cuyo representante (podemos suponer) es un polinomio denotado también por  $f$ , describiremos el  $\mathcal{O}_{\mathbb{C}, 0}$ -módulo (de germen en 0) de secciones holomorfas (esencialmente periodos de integrales) el cual es generado por secciones monovaluadas (llamadas elementales) del sistema local en cohomología que está definido por la estructura de fibrado  $\mathcal{C}^\infty$  localmente trivial de una restricción adecuada de  $f$  (la fibración de Milnor). Dicho módulo es llamado la retícula de Brieskorn y lo denotamos

por  $H_0''$ . Nuestro interés en  $H_0''$ , radica en poder comprender estructuras adicionales (por ejemplo, usando información topológico-diferencial) sobre algunos invariantes (algebraicos) del germen de singularidad: como el álgebra local asociada,  $A_f$ , que llamamos álgebra de Milnor.

### **Calculo algebraico del indice de Poincaré-Hopf de campos vectoriales con una curva de ceros complejos que no es una intersección completa.** (CI)

*Víctor Castellanos, Miguel Angel de la Rosa Castillo (vicas@ujat.mx)*

En esta plática vamos a calcular el índice de un campo vectorial analítico real que tiene una singularidad aislada real, y una curva de ceros complejos la cual no es un intersección completa. En particular analizamos el caso en tres dimensiones, considerando que dos de los tres campos escalares del campo vectorial forman una subsucesión regular maximal.

### **Ideales de multiplicadores de curvas planas irreducibles.** (CI)

*Carlos Rodrigo Guzmán Durán (guzman@cimat.mx)*

Dada una variedad algebraica compleja lisa  $X$  y un subesquema cerrado  $C$  en ella. Le podemos asociar una filtración de gavillas de ideales de la gavilla estructural de  $X$  que nos da información sobre las singularidades del subesquema. Estas gavillas de ideales son llamadas ideales de multiplicadores. Estas gavillas cumplen el teorema de anulamiento de Kawamata-Viehweg y otras buenas propiedades formales, sin embargo, en la práctica resulta difícil tener cálculos explícitos de dichos ideales y sus invariantes discretos al involucrar en su definición resolución de singularidades. Nosotros damos cálculos efectivos de dichas gavillas y sus invariantes en el caso en que  $X$  es el plano complejo y  $C$  es un germen de curva irreducible en el origen.

### **Filtraciones en la Homología cerca de una singularidad.** (CI)

*Xavier Gómez-Mont Avalos, Miguel Angel de la Rosa (gmont@cimat.mx)*

Consideremos un polinomio, que define una función  $f: \mathbb{C}^n \rightarrow \mathbb{C}$ . Las fibras de la función nos da una descomposición  $\mathbb{C}^n$  en subvariedades de dimensión  $n - 1$ . Hay algunas fibras especiales, que contienen los valores críticos de la función y algunas anomalías que vienen del infinito. Si eliminamos estos valores, las fibras de la función son difeomorfas y están pegadas de una forma localmente trivial. Es interesante comprender que les pasa a estas fibras cuando nos acercamos a un valor singular. La manera más sencilla, es comprender que pasa cuando le damos una pequeña vuelta alrededor de un valor singular. Si vemos el comportamiento en homología, obtenemos la denominada transformación de monodromia, cuyos primeros invariantes son los autovalores y los segundos vienen de la forma canónica de Jordan. Hay unos terceros, que vienen no de darle la vuelta al valor singular, si no de tender en línea al valor singular y medir una rapidez de anulamiento. Estos se llaman los valores espectrales y son logaritmos de los eigenvalores de la monodromia, pero en la elección del logaritmo es de donde salen los terceros invariantes. Conjuntamente con Miguel Angel de la Rosa de la UJAT hemos desarrollado una herramienta para relacionar estos invariantes terceros con la operación de multiplicación por  $f$  en el álgebra Jacobiana obtenida de los gérmenes de funciones holomorfas modulo las derivadas parciales de  $f$ . El objetivo de la ponencia será introducir estas ideas.

### **Sobre una conjetura de Tan y Tu.** (CI)

*Alexis Miguel García Zamora (alexizamora06@gmail.com)*

Mostraremos que para la mayoría de las superficies algebraicas fibradas semiestables de tipo general, la fibration semiestable tiene al menos 6 fibras singulares.

### **Geometría diferencial tropical.** (CI)

*Zeinab Toghani, Fuensanta Aroca (toghaniiii@gmail.com; fuen@im.unam.mx)*

En esta plática se desea mostrar las herramientas de geometría tropical al caso de ecuaciones diferenciales.

### **Variedades jacobianas y el divisor theta.** (CDV)

*Jesús Romero Valencia (jromv@yahoo.com)*

Las Jacobianas de curvas son uno de los objetos más importantes a estudiar en geometría algebraica, el teorema de Torelli asegura que la Jacobiana de una curva, junto con su divisor theta, contiene toda la información necesaria para caracterizar a dicha curva, ésta es una de las razones por la cual este divisor es tan importante. En esta plática veremos qué es la Jacobiana de una curva, cómo se construye la aplicación de Abel-Jacobi, la definición del divisor theta, cuál es su relación con la aplicación de Abel-Jacobi y enunciaremos algunos resultados conocidos relacionados con dicho divisor.

**Variedades tóricas sin la condición de normalidad.** (RT)

Enrique Chávez Martínez (ecm\_2891@hotmail.com)

La definición clásica de variedad tórica incluye la propiedad de normalidad. Recientemente se han propuesto algunas generalizaciones de esta definición que no piden dicha propiedad. En esta plática veremos una definición de variedad tórica no necesariamente normal que tiene una descripción combinatoria en términos de abanicos y semigrupos con ciertas condiciones de compatibilidad. Mostraremos además algunas propiedades generales de estas variedades.

**Funciones de Hilbert en Álgebra y Geometría.** (CDV)

Rafael Heraclio Villarreal Rodríguez (vila@math.cinvestav.mx)

Introduciremos las funciones y series de Hilbert de álgebras afines y graduadas y su relación con variedades algebraicas. Examinaremos el grado, la dimensión, y la regularidad de dichas álgebras y la relación que estos invariantes algebraicos tienen con problemas de interpolación polinomial en varias variables y con la teoría de códigos de evaluación.

**La geometría brracional del espacio Moduli de curvas racionales con puntos marcados.** (CP)

Martha María Bernal Guillén (m.m.bernal.guillen@gmail.com)

Los espacios moduli de curvas racionales con puntos marcados son una familia de variedades proyectivas suaves, relevantes tanto en la teoría de moduli como en geometría brracional. En esta charla vamos a dar una presentación del anillo de total de coordenadas de  $\bar{M}_{0,6}$  y explicaremos cómo se obtiene la descomposición del cono de divisores nef en cámaras de Mori.

**Pegado de Oleg Viro para puntos parabólicos especiales.** (RT)

Angelito Camacho Calderón, Fuensanta Aroca Bisquert, Mirna Gómez M. (camacho@matem.unam.mx)

En este trabajo damos un teorema parecido al Pegado de Oleg Viro, y usamos este resultado para construir una familia de polinomios reales en dos variables de grado  $d$ , con  $(d-2)(2d-5)$  puntos parabólicos especiales en las gráficas de dichos polinomios. Con esto, nos acercamos más a la cota superior dada en el trabajo de L. I. Hernández Martínez, A. Ortiz Rodríguez y F. Sanchez Bringas, *On the Affine geometry of a graph of a real polynomial*. La cual es la mejor cota conocida hasta ahora.

**Clasificación de curva planas.** (RT)

Viridiana Onofre Abarca (viry.oa.25@gmail.com)

La finalidad de la plática es dar una idea de lo que representa el problema de clasificación en la categoría de variedades algebraicas. Como ejemplo, se verá la clasificación, bajo isomorfismos, de curvas planas proyectivas, donde el problema se traduce en encontrar clases de equivalencias entres estos objetos.

**Un ideal que define a la explosión de Nash superior.** (CI)

Daniel Duarte (andan.duarte@gmail.com)

La explosión de Nash es una modificación de una variedad algebraica que sustituye puntos singulares por límites de espacios tangentes. En esta plática veremos una versión de orden superior de esta construcción y mostraremos un método para calcular un ideal explícito cuya explosión define a la explosión de Nash superior.

**Tropical geometry and Brill-Noether theory.** (CDV)

Ignacio Hermelindo Otero Rubio (ihor4888@hotmail.com)

The core of classical Brill-Noether theory is to understand the geometry of a curve  $X$  via its maps to projective spaces or, equivalently, describing all the line bundles on  $X$ . I will focus on Brill-Noether theorem: Let  $X$  be a general curve of genus  $g$  and denote by  $W(X, d, r)$  the space parameterizing divisor classes of degree  $d$  and rank  $r$  on  $X$ . Brill-Noether theorem says that  $W(X, d, r)$  has pure dimension  $g - (r+1)(g-d+r)$ , if this is nonnegative, and is empty otherwise. In this talk I will describe the tropical counterpart and the proof of the Brill-Noether theorem using tropical geometry given by F. Cools, J. Draisma, S. Payne and E. Robeva.

**Un criterio de monodromia para la buena reducción para superficies  $K3$ .** (CI)

Genaro Hernández Mada (genaro.hernandezm@gmail.com)

En esta plática se expone un criterio para la buena reducción de superficies  $K3$  semi-estables sobre campos  $p$ -adicos. Este criterio se obtiene usando métodos puramente  $p$ -adicos, y sin usar teoría de Hodge  $p$ -adica ni métodos trascendentes, como se ha hecho en otros criterios para la buena reducción de curvas o superficies  $K3$ . Para esto, primero obtenemos una versión aritmética de la sucesión exacta de Clemens-Schmid sobre una base local. Con este resultado a nuestra disposición, podemos obtener una clasificación de la fibra especial en términos del operador de monodromia sobre el segundo grupo de cohomología log-cristalina. Luego usando un teorema de comparación, obtenemos que este criterio se puede enunciar en términos de la cohomología de De Rham de la superficie con la que empezamos, obteniendo así el resultado principal.

**Familia de 1-formas isocronas y sus simetrías.** (RT)

*Julio César Magaña Cáceres, Jesús Muciño Raymundo* (julio.c.magana@hotmail.com)

En esta charla parametrizamos el espacio de 1-formas racionales isocronas sobre la esfera de Riemann  $\mathcal{R}\mathcal{J}\Omega^1(-s)$ , utilizando los residuos y los polos ( $s$  es fijo y representa el grado de las 1-formas). Dicha parametrización coincide con la estructura clásica, dada por los coeficientes y los ceros y polos de las 1-formas. Definimos la acción natural del grupo  $\mathrm{PSL}(2, \mathbb{C})$  sobre  $\mathcal{R}\mathcal{J}\Omega^1(-s)$  y probamos que dicha acción es propia. Describimos el espacio órbitas usando los residuos, que son los invariantes obvios de la acción. Si el tiempo lo permite, describimos la geometría de los grupos de istropía y la caracterización de estos.

**Unfoldings y el esquema de Kupka.** (CI)

*Ariel Molinuevo, César Massri, Federico Quallbrunn* (ariel.molinuevo@cimat.mx)

La idea de la charla es dar, primero, una breve introducción a unfoldings y deformaciones de foliaciones de codimensión uno en el espacio proyectivo  $n$ -dimensional; luego, probar la relación existente entre unfoldings de primer orden y el esquema de Kupka de una foliación. Finalmente, probar que el esquema de Kupka es, genéricamente, no vacío.

**Variedades determinantes: su geometría y aplicaciones.** (CDV)

*Graciela Reyes Ahumada* (grace@matmor.unam.mx)

Las variedades determinantes son ceros de polinomios que tienen forma de menores de una matriz. Este tipo de variedades aparecen muy a menudo en geometría algebraica; las variedades de Veronese, las variedades de Segre, los pergaminos normales racionales y las variedades de Brill-Noether son algunos ejemplos de variedades determinantes. Nos concentraremos en construir ejemplos y en ver algunas aplicaciones.

**Aplicaciones de Wahl y curvatura de  $M_g$  en  $A_g$ .** (CI)

*Abel Castorena* (abel@matmor.unam.mx)

En esta plática se introduce lo que se conoce en geometría algebraica como la Primera y Segunda aplicación de Wahl, también llamadas aplicaciones de Gauss para curvas algebraicas. Estas dos aplicaciones tienen estrecha relación con la geometría del espacio moduli de curvas de género  $g$ ,  $M_g$ . En particular la segunda aplicación de Wahl se relaciona con la segunda forma fundamental de la métrica de Siegel de  $M_g$  en  $A_g$ , donde  $A_g$  es el espacio moduli de variedades abelianas principalmente polarizadas. En esta plática se darán algunos resultados (no del expositor) conocidos referente al cálculo de curvatura de  $M_g$  en  $A_g$  mediante variaciones de Schiffer. Si el tiempo lo permite se explicarán y se pondrán en contexto algunos problemas abiertos que interesan al expositor.

**Por qué y para qué estudiar cohomología de De Rham  $p$ -ádica y su versión logarítmica.** (CI)

*Jesús Rogelio Pérez Buendía* (rogelio.perez@cimat.mx)

En esta plática hablaremos de la importancia de definir una teoría de cohomología de De Rham para variedades en característica positiva. Presentaremos a las diversas teorías de cohomología  $p$ -ádicas como la cohomología cristalina y la rígida. Finalmente hablaremos de la cohomología de De Rham  $p$ -ádica y la extensión de esta al caso de esquema con estructura logarítmica y posibles aplicaciones.

**Cohomología en variedades algebraicas.** (RT)

*Oscar Antonio Ríos Hernández* (oscar\_rios@ciencias.unam.mx)

Introducimos la noción de variedad algebraica desde el punto de vista de gavillas, y estudiamos de qué manera se comportan los grupos de cohomología de dichos objetos.

**Una estratificación del espacio de moduli de sistemas coherentes.** (CI)

*Leonardo Roa Leguizamón* (leonardo.roa@cimat.mx)

Sea  $X$  una curva proyectiva no singular sobre  $\mathbb{C}$ . Un sistema coherente es una pareja  $(E, V)$  donde  $E$  es un haz vectorial holomorfo y  $V$  es un subespacio lineal de su espacio de secciones holomorfas. Asociados a los sistemas coherentes, hay una noción de estabilidad la cual depende de un parámetro  $\alpha$  que define una familia finita de espacios moduli de sistemas coherentes  $\alpha$ -estables. En esta plática, presentaremos una estratificación del espacio moduli de sistemas coherentes  $\alpha$ -estables sobre  $X$ , haciendo uso de una generalización propuesta por nosotros del invariante de Segre para haces vectoriales. Esta estratificación permite obtener información geométrica y topológica de los espacios moduli. Como caso particular se presentaran resultados cuando la curva  $X$  es de género 0.

**Moduli de haces vectoriales y de parejas tipo  $(n, d, k)$ . (RI)**

Oscar García Hernández, Leticia Brambila-Paz (ogarciahdz@gmail.com)

Sea  $C$  una curva algebraica no singular proyectiva sobre los complejos de genero  $g \geq 1$ . Una pareja tipo  $(n, d, k)$  es una pareja  $(E, V)$  donde  $E$  es un haz vectorial sobre  $C$  de rango  $n$  y grado  $d$ , y  $V \subset H^0(C, \text{End}(E) \otimes L_0)$  es un subespacio de dimensión  $k$ , con  $L_0$  un haz lineal sobre  $C$  fijo. Este concepto de parejas tipo  $(n, d, k)$  generaliza el concepto de fibrado de Higgs, donde se consideran las parejas  $(E, \phi)$  con  $\phi \in H^0(C, \text{End}(E) \otimes K)$  y  $K$  es el haz canónico en  $C$ . Plantearemos un problema moduli para clasificar dichas parejas y mostraremos que para las parejas tipo  $(1, d, k)$  existe espacio moduli fino, describiendo explícitamente el espacio moduli.

**Sobre la conjetura de Butler. (CI)**

Leticia Brambila Paz (lebp@cimat.mx)

La conjetura de Butler dice que dos espacios moduli, de sistemas coherentes, son birracionalmente equivalentes. En esta plática se explicará dicha conjetura y sus consecuencias. Se presentarán también casos donde es cierta.

**Funciones homogéneas y casi-homogéneas. (CI)**

Alberto León Kushner Schnur (kushnerschnur@gmail.com)

En esta plática definiremos el concepto de funciones homogéneas y casi-homogéneas. Existe una relación entre las cúbicas de orden 3 en dos variables y las casi-homogéneas en dos variables de grado 1 y pesos un medio y un tercio. Es interesante notar que ambos son espacios vectoriales de dimensión 4, sin embargo los grupos que actúan en ellos, son de dimensión cuatro y tres respectivamente; así que en el segundo caso tenemos lo que llamamos modelos parametrizados.

**El grupo de Picard de un espacio anillado y algunos ejemplos particulares. (CDV)**

Jesús Adrián Cerda Rodríguez (jesus.cerda@upa.edu.mx)

Sugiriendo una presentación agradable a partir de la teoría de los  $\mathcal{O}_X$  módulos sobre espacios anillados, particularmente, sobre aquellos localmente libres de rango finito y algunas de sus propiedades básicas, en esta plática realizamos la definición del grupo de Picard de un espacio anillado, y proporcionamos algunos ejemplos particulares.

**Singularidades en características cero y prima. (CDV)**

Luis Núñez Betancourt (luisnub@cimat.mx)

Para estudio de singularidades sobre campos de característica cero (eg. los números racionales, reales o complejos) se tienen un gran número de herramientas geométricas, tales como, integración, operadores diferenciales y resolución de singularidades. A pesar que algunas de estas técnicas se pierden al estudiar singularidades en campos de característica prima (eg. finitos), en su lugar se obtienen poderosas herramientas algebraicas como el morfismo de Frobenius. En esta charla discutiremos como se pueden combinar estas técnicas mediante la reducción a característica prima.

**Invariantes algebraicos de las formas binarias. (CI)**

Rolando Gómez Macedo, Alberto León Kushner Schnur, Ernesto Mayorga Saucedo (rolandogm@gmail.com)

Un ejemplo típico en la teoría de invariantes algebraicos, es la acción de los elementos del grupo lineal  $GL(2, R)$  en el conjunto de polinomios homogéneos  $H_n$ . Como en toda acción, es interesante estudiar las órbitas inducidas en  $H_n$  y los estabilizadores en  $GL(2, R)$ . En este trabajo usamos la estructura de dominio de factorización única de  $R[x, y]$  y herramientas del álgebra lineal para presentar un método algebraico que permite determinar formas binarias normales resultantes de la acción del grupo  $GL(2, R)$  sobre las formas binarias de grado  $n$ . Además ésta presentamos una táctica para calcular los estabilizadores de dichas formas.

**Variación de estructura de Hodge mixta asociada a una familia parametrizada a un parámetro de tres variedades de Calabi Yau. (CI)**

Isidro Nieto Baños, Pedro Luis del Angel (nietoisidrorafael@yahoo.com)

Dada una familia equisingular de variedades tridimensionales de Calabi-Yau parametrizadas por  $B$  los periodos satisfacen una EDO llamada la ecuación de Picard-Fuchs. Estudiamos una familia especial de quinticas:  $s_5 + ts_2s_3$  en el  $P_4$  dado por  $s_1 = 0$  donde  $s_k$  es la  $k$ -ésima potencia simétrica en seis variables y  $B = P_1 - \{q - 1, q_2, \dots, q_6\}$ . La variación de estructura de Hodge mixta asociada a dicha familia  $\chi$  que además admiten como lugar singular 100 nodos ordinarios denotado por  $\Sigma$ .  $\chi$  admite una monodromía no-trivial. Para estudiar el morfismo de nilpotencia de la conexión de Gauss-Manin asociado calculamos tanto los módulos graduados de pesos y de la filtración de Hodge asociados. Parte de las técnicas usadas consisten en generalizar naturalmente el estudio de la cohomología de formas racionales con polos introducidas por Ph. Griffiths del caso liso al caso singular para describir precisamente el

---

operador de monodromía asociado que en este caso depende fuertemente de  $\Sigma$ . Mencionaremos algunas consecuencias a la dualidad físico-geométrica conocido como la simetría de espejo (mirror-symmetry).

**Hacia una teoría de representaciones de Grupos Algebraicos.** (CI)

*Pedro Luis del Ángel Rodríguez, Álvaro Rittatore (luis@cimat.mx)*

Sabemos que los grupos finitos (y de hecho los grupos afines) están completamente caracterizados por sus representaciones irreducibles. ¿Qué sucede en el caso general? Por ejemplo, la única representación de las curvas elípticas (o de un toro compacto en general) es la representación trivial y por tanto su teoría de representaciones clásica no puede caracterizar a estos grupos. Se presentará una propuesta de teoría de representaciones que en el caso afín recupera la teoría clásica pero que en el caso de toros compactos no se limita a las representaciones triviales. También veremos que esta teoría se puede aplicar a varios grupos (todos los que se puedan obtener como extensión de un toro compacto por un grupo afín) y en qué sentido caracteriza al grupo.

**Curvas algebraicas y la pregunta de Halphen.** (CDV)

*César Lozano*

Jakob Steiner fue un matemático suizo del siglo XIX, que en vida se propuso compilar y modernizar la geometría sintética conocida desde el tiempo de los griegos del siglo IV a. de C. A su muerte, su testamento destinaba cada dos años una cantidad fuerte de dinero al autor del mejor trabajo en geometría abordado sintéticamente; es decir, sin el uso de coordenadas. De este modo nació el Premio Steiner que otorgaba la Universidad de Berlín. En 1882 el premio Steiner se dividió entre Max Noether y Henri Halphen por su investigación sobre curvas algebraicas. Halphen, en un tratado de doscientas páginas abordó la siguiente pregunta cuya respuesta será el objetivo principal de esta charla: ¿qué pares de números  $(d, g)$  ocurren como el grado y género de una curva algebraica en el 3-espacio proyectivo?

---

## Geometría Diferencial

Coordinador: Andrés Pedroza  
 Edificio 220, Aula B1  
 Unidad de Estudios Avanzados

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN	Marco Antonio Flores	José Eduardo Núñez	Jossue Melendez S.	
9:30–10:00		Eduardo Velasco B.	Issac Hasse Armengol	José Crispín Ruíz P.	
10:00–10:30	RECESO	Sergio Holguín C.	Dennise García B.	Misael Avendaño C.	
10:30–11:00	PLENARIA				
11:00–11:30	RECESO				
11:30–12:00	TRASLADO	Eduardo González	Yasha Savelyev	Eugenio Garnica Vigil	
12:00–12:30	José A. de la Peña			Rodrigo Aguilar S.	
12:30–13:00		Yesenia Villicaña M.	Oscar Alfredo Palmas	Andrés Pedroza	
13:00–13:30	Haydee Herrera	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	COMIDA				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	Harry E. Guzmán	Alejandro Bravo D.	TARDE LIBRE		
17:00–17:30	Iván Téllez Téllez	Jonatán Torres Orozco			
17:30–18:00	José A. Arciniéga	Eli Roblero Méndez		PLENARIA	PLENARIA
18:00–18:30	Victor Hugo Patty	Victor Isidoro Bravo			
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30				ASAMBLEA	CLAUSURA
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**La desigualdad isoperimétrica: viejas y nuevas pruebas.** (CP)  
 José Antonio de la Peña (jap@cimat.mx)

SIN RESUMEN

**Ejemplos de acciones Hamiltonianas en dimension 6.** (CI)  
 Haydee Herrera (haydeeh@camden.rutgers.edu)

Presentamos ejemplos de variedades simpléticas de dimension 6 que admiten acciones de círculos Hamiltonianas que no son lazos triviales en el grupo fundamental del grupo de simplectomorfismos Hamiltonianos.

**Álgebras de Leibniz y digrupos.** (RT)  
 Harry Esmith Guzmán Guzmán (harry.guzman@cimat.mx)

En esta plática se tratará el tema de las álgebras de Leibniz y su relación tanto con las álgebras de Lie, como con los digrupos. Se estudiarán algunos teoremas clásicos de las álgebras de Lie que tienen sus respectivos teoremas análogos para las álgebras de Leibniz, se hablará sobre propiedades básicas de los digrupos para explicar la relación que tienen con las álgebras de Leibniz y se finalizará con un par de problemas abiertos para las álgebras de Leibniz.

**Spinors parcialmente puros torcidos.** (CI)  
 Iván Téllez Téllez, Rafael Herrera Guzmán (iv2nt3llez@gmail.com)

En esta charla se hablará de la relación entre las estructuras complejas ortogonales y los spinors puros. La cual nos llevará a considerar una caracterización spinorial, por medio de "spinors parcialmente puros torcidos", de los subespacios del espacio Euclidiano dotados de una estructura compleja.

**Caminos de Dubins.** (CDV)

José Antonio Arciniega Nevárez (fenix.dgo@gmail.com)

Para un humano moverse de un punto a otro no representa complicación alguna. En cambio, para un automóvil o vehículo parecido, la situación cambia; el auto no es capaz de moverse de manera lateral. Lester Eli Dubins resolvió el siguiente problema: Encontrar el camino, continuo y diferenciable, más corto entre dos puntos que tiene que recorrer un auto para el cual las direcciones de inicio y final son dadas. Se asume que el auto se mueve con una velocidad unitaria y sujeto a un mínimo radio de giro. Dubins usó argumentos geométricos para probar que, cualquier camino que tenga que recorrer un auto que satisfaga las condiciones anteriores, consiste de la unión de exactamente tres segmentos de camino compuestos por una secuencia de tres arcos de círculos de radio  $\rho$  o círculo-línea recta-círculo. Cada arco  $C$  tiene dos opciones giro a la izquierda  $L$  o giro a la derecha  $R$ . Denotemos por  $S$  el segmento de línea recta. Dubins probó que hay seis posibles caminos solución dados por  $\mathcal{D} = \{LSL, RSR, RSL, LSR, RLR, LRL\}$ . El problema también puede ser planteado como sigue: Las parejas  $(P_i, \alpha)$  y  $(P_f, \beta)$  son las configuraciones inicial y final respectivamente y definen dos puntos en el espacio de configuraciones correspondiente. Dados  $(P_i, \alpha)$  y  $(P_f, \beta)$ , el objetivo es encontrar el camino suave más corto entre estos puntos tal que la curvatura del camino esté limitada por  $\kappa_0 = 1/\rho$  donde  $\rho$  es el radio de giro. En esta plática construiremos los caminos de Dubins usando geometría, daremos una parametrización y minimizaremos la longitud de arco para que los caminos sean óptimos.

**Una representación generalizada de Weierstrass para una superficie Lorentziana en  $\mathbb{R}^{2,2}$ .** (CI)

Víctor Hugo Patty Yujra (vhpaty@gmail.com)

Daremos una fórmula generalizada de Weierstrass para la inmersión conforme de una superficie de Lorentz en el espacio pseudo Euclideo  $\mathbb{R}^{2,2}$  usando métodos de la geometría espinorial y los números de Lorentz. También daremos una fórmula de representación conforme de una superficie de Lorentz plana en el espacio de Anti de Sitter.

**Convexidad en cierto espacio de Teichmüller.** (RI)

Marco Antonio Flores Martínez, Maxime Fortier Bourque (marco.flores@cimat.mx)

El espacio de Teichmüller de un disco con  $n$  puntos marcados consiste de sus posibles estructuras complejas, salvo mapeos conformes que preserven las marcas. En este espacio se define una métrica utilizando el mapeo más cercano a ser conforme, que existe y es único. Cuando  $n = 3$  el espacio de Teichmüller es un punto por el teorema del mapeo de Riemann, y cuando  $n = 4$  es el intervalo  $(0, \infty)$ . El propósito de esta charla es explorar la geometría de los siguientes casos de baja complejidad numérica. Por ejemplo, cuando  $n = 5$  el espacio de Teichmüller es una superficie con una geometría muy particular. Veremos cómo lucen las geodésicas y los triángulos. En particular, veremos si bolas y triángulos son necesariamente convexos en esta métrica de Teichmüller, y calcularemos algunas envolventes convexas.

**Cohomología de Poisson y foliaciones (pre)-simplécticas singulares.** (RT)

Eduardo Velasco Barreras, Yury Vorobev (lalovelascobar@gmail.com)

En esta plática discutiremos algunas relaciones que existen entre el álgebra y la geometría de las variedades de Poisson, particularmente, entre las foliaciones simplécticas singulares y la cohomología de Poisson de la variedad. Nuestro enfoque se basa en el método de acoplamiento, que describe las variedades de Poisson en un entorno tubular de una hoja simpléctica encajada (posiblemente singular). Se obtienen fórmulas para calcular la primera cohomología de Poisson, que pueden aplicarse a casos particulares, por ejemplo, para dar criterios de unimodularidad o de trivialidad. Como perspectiva de nuestro trabajo, esperamos derivar fórmulas similares para calcular la segunda y tercera cohomología de Poisson. Además, es natural dirigir estas preguntas al caso más general de estructuras de Dirac asociadas a foliaciones pre-simplécticas singulares.

**“Mirror Symmetry” para la Grassmaniana  $G(2, 4)$ .** (CI)

Eduardo Gonzalez (eduardo@math.umb.edu)

En esta plática daremos una introducción a ciertas construcciones de “Mirror Symmetry” para ciertas variedades symplecticas, usando primero como ejemplo (ciertas) variedades tóricas (semi-Fano). Luego daremos dos construcciones de variedades “Mirror” asociadas a la Grassmaniana compleja  $G(2, 4)$ , en particular la construcción del potencial (de Landau-Ginzburg). La primera construcción, esta dada de manera combinatoria y la segunda considerando la construcción de un superpotencial explícito, cuyos coeficientes están dados por la enumeración de discos holomorfos con frontera en Lagrangianos. Luego consideraremos bajo que condiciones las dos construcciones dan modelos equivalentes.

**Geodésicas simples en el toro ponchado.** (CDV)

Yesenia Villicaña Molina (ycnia90bart@gmail.com)

$\mathbb{T}$  denotará un toro ponchado (i.e. un toro cerrado menos un punto) dotado de una geometría hiperbólica. Estudiaremos la geometría del conjunto de *geodésicas cuspidales* en el toro ponchado (i.e. geodésicas que se escapan de cualquier subconjunto compacto de  $\mathbb{T}$ ) y como consecuencia daremos un bosquejo de la demostración de la Identidad de McShane:

$$\sum_{\alpha} \frac{1}{1 + e^{\ell(\alpha)}} = \frac{1}{2},$$

cuya suma es sobre todas las  $\alpha$  que son geodésicas cerradas simples en  $\mathbb{T}$ , y  $\ell(\alpha)$  denota la longitud de  $\alpha$ . Resulta sorprendente que la convergencia de esta serie a la constante  $1/2$  es independiente de la geometría hiperbólica del toro ponchado.

**Principio de Dirichlet y formas armónicas. ¿Que nos dicen sobre la topología de una variedad?** (RT)

Alejandro Bravo Doddoli (bravododdoli@ciencias.unam.mx)

El principio de Dirichlet nos dice que una función armónica  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  puede ser definida como la función que minimiza el funcional de energía dado por

$$E(f) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} dV$$

Siguiendo esta idea podemos definir una función armónica entre variedades, pero en especial a definir una  $k$ -forma armónica en una variedad Riemanniana compacta y orientable. Al calcular la variación del funcional de energía para  $k$ -formas diferenciales encontraremos las condiciones necesarias y suficientes para que una  $k$ -formas diferencial sea armónica: Para esto tendremos que definir un producto interior al espacio de las  $k$ -formas diferenciales y su extensión al álgebra exterior. Gracias a esto podremos construir el operador auto adjunto de la derivada exterior y el operador de Laplace-Hodge. Por último veremos cual es la relación entre las formas armónicas y la topología de una variedad Riemanniana, esto es conocido como el teorema de Hodge. Usaremos esto para encontrar la cohomología de De Rham de algunas variedades conociendo sus formas armónicas y de forma inversa conociendo la cosmología de De Rham para alguna variedad encontraremos las formas armónicas sobre esta.

**Soluciones invariantes al problema de Yamabe.** (RT)

Jonatán Torres Orozco Román (jonatan@cimat.mx)

El Problema de Yamabe consiste en encontrar métricas de curvatura escalar constante dentro de la clase conforme de una variedad Riemanniana. Esto es equivalente a la existencia de soluciones suaves a cierta ecuación diferencial parcial, la conocida Ecuación de Yamabe. Gracias a los trabajos de Yamabe, Trudinger, Aubin y Schoen se tiene existencia en variedades compactas. Además, Hebey y Vaugon probaron que existen soluciones invariantes cuando se tiene la acción por isometrías de un grupo de Lie. En esta plática introduciremos el Problema de Yamabe, veremos algunos resultados de unicidad de soluciones y discutiremos lo que hemos estudiado en el soliton de Koiso-Cao. Este es un soliton gradiente de contracción que admite la acción de  $U(2)$  con cohomogeneidad uno.

**Rigidez de  $Sp(n, \mathbb{R}) \times Sp(1, \mathbb{R})$ -variedades.** (CI)

Eli Roblero Mendez, Gestur Olafsson (elirm@cimat.mx)

Caracterizamos la estructura de variedades semi-Riemannianas  $M$  que admiten una acción isométrica no transitiva del grupo de Lie semisimple  $Sp(n, \mathbb{R}) \times Sp(1, \mathbb{R})$ , asumiendo que dicha variedad  $M$  es completa, analítica y de volumen finito.

**Electromagnetismo a la Clifford.** (RI)

Victor Isidoro Bravo Reyna (victor.bravo@cimat.mx)

Dado un espacio vectorial  $V$  de dimensión finita, provisto de una forma bilineal simétrica y no degenerada, se asocia de manera única una álgebra de Clifford  $Cl(V, B)$ . En particular para el espacio tiempo de Minkowski  $\mathbb{B}^{3,1}$  el álgebra de Clifford asociada  $Cl(3, 1)$  resulta isomorfa a  $\mathbb{C} \cong \text{End}_{\mathbb{C}}(\mathbb{C}^2) \oplus \text{End}_{\mathbb{C}}(\mathbb{C}^2) \circ \kappa$ . En esta álgebra se introduce una nueva presentación de las ecuaciones de Maxwell.

**Una clasificación local de superficies en el espacio de Minkowski.** (RT)

José Eduardo Núñez Ortiz (eduardonun@ciencias.unam.mx)

A lo largo de la historia la física y la matemática han caminado juntas y una muestra de ello es la geometría diferencial, particularmente la geometría Lorentziana, cuya motivación se encuentra en la teoría de la relatividad. Este trabajo está basado principalmente en el resultado de un artículo de investigación que busca clasificar localmente las superficies que cumplen la condición  $\Delta\varphi = A\varphi + B$  en el espacio de Minkowski de dimensión tres o, en otras palabras, traducir una expresión algebraica en una clasificación geométrica. La

tesis a presentar pasa primero por la presentación del material a usar, desde el álgebra lineal básica en un espacio con producto de índice uno, i.e., una métrica de Lorentz, cómo subir esto a variedades y el lenguaje de la geometría de subvariedades, para así finalizar con la clasificación deseada.

#### **Secciones globales en subhaces vectoriales generalizados. (RT)**

*Isaac Hasse Armengol (isaachassea@gmail.com)*

Sea  $E$  un haz vectorial sobre una variedad  $M$ . Es bien conocido que en cada subhaz vectorial  $F \subset E$  de rango constante, es posible encontrar una base de secciones suaves definidas en una vecindad  $U$  de  $M$ , cuyos valores forman una base del subespacio  $F_p$  para cada punto  $p \in U$ . Sin embargo en algunos campos de la geometría, tales como geometría de Poisson o teoría de control, es posible encontrar subhaces vectoriales  $F$  donde los subespacios  $F_p$  tienen distintas dimensiones en distintos puntos  $p \in M$ , los cuales son llamados subhaces vectoriales generalizadas. En esta plática vamos a mostrar que en cada subhaz vectorial generalizado  $F$ , existe un número finito de secciones globales suaves que generan a  $F_p$  en cada punto  $p \in M$ .

#### **Algebroides de Lie y operadores de cohomología. (CI)**

*Dennise García Beltrán, J. A. Vallejo, Yury Vorobev (dennise.gb@fc.uaslp.mx)*

Se presentará un enfoque algebraico para construir algebroides de Lie basado en el cálculo de Frölicher-Nijenhuis y la correspondencia que existe entre algebroides de Lie y operadores de cohomología, es decir, derivaciones  $D$  del álgebra exterior  $\Omega(M)$  con  $\mathbb{Z}$ -grado 1 y tales que  $D^2 = 0$ . Los resultados principales tienen relación con la construcción de nuevos algebroides de Lie asociados a endomorfismos idempotentes del haz tangente. En particular, construiremos algebroides de Lie generados por estructuras geométricas como foliaciones regulares, estructuras complejas, estructuras tangente, estructuras producto y semisprays.

#### **Gromov-Witten theory of locally conformally symplectic manifolds. (CI)**

*Yasha Savelyev (yasha.savelyev@gmail.com)*

I will explain a construction of Gromov-Witten type theory of locally conformally symplectic manifolds, which in a sense generalize both symplectic and contact manifolds. Gromov-Witten theory studies pseudo-holomorphic curves in a symplectic manifold, and a crucial point in this theory is compactness of these moduli spaces, (after suitable completion). In the locally conformal case there is no a priori compactness and one must use some extra geometry to obtain meaningful invariants. As one interesting application, I show how to obtain new results on existence of Reeb orbits in some contact manifolds.

#### **Campos vectoriales y foliaciones. (CI)**

*Oscar Alfredo Palmas Velasco, Antonio Gervasio Colares (oscar.palmas@ciencias.unam.mx)*

Sea  $K$  un campo vectorial sobre una variedad riemanniana (o lorentziana)  $M$ . Podemos pensar en la distribución  $D$  obtenida al considerar en cada punto  $p$  de  $M$  el complemento ortogonal de  $K(p)$ . Entonces, es plausible que haya una relación entre las características de  $K$  y las de  $D$ . En esta plática estableceremos algunas de estas relaciones en el caso de los ciertos campos (que extienden la noción de campo conforme) y las variedades integrales (si las hay) de tales distribuciones.

#### **Hypersurfaces with constant higher order mean curvature in Euclidean space. (RI)**

*Josue Meléndez, José Luis Alías Linares (josue\_ms@yahoo.com.mx)*

We derive sharp estimates for the infimum and for the supremum of the squared norm of the second fundamental form of complete oriented hypersurfaces of Euclidean space with constant higher order mean curvature and having two principal curvatures, one of them simple. Besides, we characterize those hypersurfaces for which any of these bounds is attained. Our results will be an application of a purely geometric result on the principal curvatures of the hypersurface, the so called principal curvature theorem, given by Smyth and Xavier.

#### **Nuevas construcciones de estructuras de Poisson en 4-Variedades. (RT)**

*José Crispín Ruíz Pantaleón, Yury Vorobev, Rubén Flores Espinoza (jc\_panta19@hotmail.com)*

Las estructuras de Poisson surgen de una manera natural en la construcción del formalismo Hamiltoniano de la mecánica. El estudio de estas estructuras ha tomado gran relevancia en las últimas décadas convirtiéndose en una amplia área de investigación actual con múltiples conexiones con otras áreas, tanto de las propias matemáticas como de la física. Fue A. Lichnerowicz quien introdujo la caracterización de una estructura de Poisson como un bivector  $P$  que satisface la ecuación  $[P, P] = 0$  respecto al corchete de Schouten-Nijenhuis. Resolver esta ecuación no es un trabajo trivial, por ello, resulta conveniente buscar formas equivalentes de ésta. Una manera de hacerlo es considerar variedades orientables y utilizar el cálculo con formas diferenciales. El objetivo de esta exposición es presentar una manera de construir estructuras de Poisson en variedades orientables de dimensión cuatro. Primero se mostrarán

criterios generales en términos de formas diferenciales y posteriormente en un fibrado de tipo  $3 - 1$  con espacio total orientable se exhibirán estructuras de Poisson de Poisson que se pueden construir utilizando este enfoque.

**Reducción dimensional en la teoría de Yang-Mills. (CI)**

*Sergio Andrés Holguín Cardona (sholguin@im.unam.mx)*

La reducción dimensional en la teoría de Yang-Mills ha demostrado ser un procedimiento útil en la comprensión de muchos modelos teóricos; por ejemplo, dicho procedimiento ha sido usado en diversos escenarios para relacionar lagrangianos de Yang-Mills y Yang-Mills-Higgs en distintas dimensiones. En este seminario discutiremos dos casos de este tipo. Primero, iniciaremos con una panorámica general de la teoría de Yang-Mills en cuatro dimensiones, y sus reducciones a tres y dos dimensiones; un tema de gran interés tanto en física como en matemática y que fue ampliamente estudiado por Atiyah y Hitchin en los 80's. Posteriormente, dirigiremos nuestra atención a un modelo de la teoría de Yang-Mills conocido como  $N = 4SYM$ , el cual ha sido estudiado recientemente por Witten y Kapustin. Finalmente, analizaremos brevemente una de las reducciones dimensionales que permite este modelo y que resulta de interés en geometría.

**Foliaciones regulares y estructuras de Poisson en variedades orientables. (CI)**

*Misael Avendaño Camacho, Rubén Flores Espinoza (misaelave@gmail.com)*

En esta charla abordaremos el problema de encontrar una estructuras de Poisson cuya foliación característica sea una foliación dada. Usando la teoría de cohomología foliada para foliaciones regulares en variedades orientables, presentamos condiciones necesarias y suficientes para la existencia de estructuras de Poisson cuya foliación característica sea una foliación regular  $F$  transversalmente orientable. Además, veremos como la clase de Reeb en el primer grupo de cohomología  $H^1(M, F)$  describe una obstrucción para la existencia de estructuras de Poisson unimodulares. Por último, también presentamos condiciones para la existencia de estructuras de Poisson transversalmente constantes.

**Subvariedades de curvatura media constante en espacios homogéneos. (CDV)**

*Eugenio Garnica Vigil (garnica@unam.mx)*

La Inmersión Isométrica de una variedad Riemanniana  $N$  en otra, digamos  $M$ , se establece mediante ecuaciones estructurales formuladas en  $M$ , que satisface  $N$ . (Lo que se busca saber es cuando  $N$  se puede desplegar en un espacio ambiente  $M$ ). Se busca saber, cuando  $N$  está inmersa en  $M$ , el tipo de propiedades que refleja  $N$ , como totalmente geodésica, mínima, de curvatura media constante, etc. Varios resultados se han obtenido cuando el espacio ambiente  $M$  es de curvatura constante. El siguiente paso se ha dado al suponer que  $M$  es un espacio homogéneo.

**CR subvariedades de la seis esfera. (RT)**

*Rodrigo Aguilar Suárez, Rodrigo Aguilar Suárez (coquico\_89@hotmail.com)*

La esfera  $S^6$  tiene una estructura casi compleja  $J$  inducida por los números de Cayley. Si consideramos la métrica usual  $g$  de  $S^6$  como subvariedad Riemanniana de  $R^7$ ,  $(S^6, J, g)$  es una variedad nearly Kaehler. En esta plática se vera que  $(S^6, J, g)$  no tiene subvariedades casi complejas de dimensión cuatro. También que si  $M$  es una subvariedad totalmente real de dimensión tres  $M$  debe ser mínima y orientable. Más aún, si  $M$  tiene curvatura constante  $c$ , entonces  $M$  es totalmente geodésica ( $c = 1$ ) ó tiene curvatura  $c = \frac{1}{16}$ .

**Variedades Lagangianas. (CDV)**

*Andrés Pedroza (andres\_pedroza@uclm.mx)*

En esta charla, veremos como la Conjetura de Arnold sobre el mínimo número de puntos fijos de un difeomorfismo Hamiltoniano se puede expresar como la intersección de dos subvariedades Lagrangianas.

## Historia

Coordinador: Alejandro R. Garciadiego

Edificio 221, Aula A

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN			Antonio A. Fonseca	José Rafael Martínez
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO			María Anaid Linares	Roberto Torres Hdez.
10:30–11:00	PLENARIA			Raúl Linares	Ruth López Alejandre
11:00–11:30				RECESO	
11:30–12:00	TRASLADO			Modemar Campos C.	Norma A. Rodríguez
12:00–12:30				Mariana Martínez G.	Fco. Javier Domínguez
12:30–13:00				Abelardo Vela Ponce	Efraín Veronico M.
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00			TARDE LIBRE	César Guevara Bravo	Ivonne Pallares Vega
17:00–17:30				Edmundo Palacios	
17:30–18:00				PLENARIA	PLENARIA
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30				ASAMBLEA	CLAUSURA
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### ¿Intentó Euler demostrar el Teorema Fundamental del Álgebra? (CI)

Antonio Antolín Fonseca, Juan de Dios Viramontes Miranda ( )

Más de un autor ha analizado la memoria *Recherches sur les racines imaginaires des équations* (1751) de Leonhard Euler como un intento fallido del gran matemático suizo de demostrar el TFA. Sin embargo, incluso una lectura superficial de *Recherches* no deja lugar a dudas de que la cuestión de la existencia de raíces de polinomios no surge para Euler (ni, dicho sea de paso, para ningún matemático del siglo dieciocho). Euler debe entonces haberse propuesto algo distinto del TFA en su memoria. La presente plática se avoca a una lectura más cuidadosa de *Recherches* y procura dilucidar su objetivo.

### El teorema de Mittag-Leffler. Un puente entre París y Berlín. (CI)

María Anaid Linares Aviña (linares.anaid@gmail.com)

Una de las características de la comunidad matemática actual es su carácter internacional; aunque, podemos considerar que esta característica ha sido construida de forma relativamente reciente, de forma más precisa, a partir del siglo XIX. En esta ponencia tomaremos como punto central el teorema de Mittag-Leffler para mostrar el papel que el matemático jugó en la formación de una comunidad internacional de matemáticos. Para comprender el marco en el cual se originó el teorema, comenzaremos con un panorama general del análisis funcional tanto en París como en Berlín a finales del siglo XIX, así como las consecuencias que la guerra Franco-Prusiana [1870/1871] tuvo para ambas comunidades. Si bien existían ciertas preocupaciones comunes, tales como la definición de función analítica, las formas de abordar los conceptos eran muy distintas. Posteriormente, analizaremos cómo la evolución del teorema de Mittag-Leffler entre los años de 1876 y 1884 generó vínculos entre varios de los matemáticos más influyentes de la época tales como Weierstrass y Hermite y cómo ayudó a la difusión de los resultados de Cantor sobre números transfinitos, además de servir para crear un canal de comunicación que culminó en la creación de la revista *Acta Mathematica*, considerada por algunos como la primera revista verdaderamente internacional, con lo cual concluiremos.

**Historia del concepto de grupo. (CI)**

*Raúl Linares (rlinares@fcfm.buap.mx)*

La teoría de grupo en su aspecto moderno no se remonta más allá de finales del siglo XIX, pero las nociones fundamentales que dan lugar a esta teoría hacen su aparición desde los antiguos babilonios. Por dicha razón no podemos plasmar los rasgos históricos sin hablar, aunque sea de forma resumida de sus orígenes, como es natural solamente hablaremos de la evolución de algunas ideas en algunas de las muchas direcciones que nos llevan a el desarrollo de este concepto.

**Riemann y la presentación que marcó la Historia de las Matemáticas (CDV)**

*Modemar Campos Cano (escorpio\_14\_57@hotmail.com)*

Bernhard Riemann, fue otro de los grandes genios de la Matemática. Para obtener el título de "Privatdozent", Riemann tenía que defender una memoria en un acto ante el profesorado de la Universidad de Gottingen. Gauss propuso a Riemann el tema sobre los fundamentos de la geometría. La memoria que tituló "Sobre las hipótesis que sirven de fundamentos a la Geometría" fue defendida en 1854, pero publicada 14 años después tras su muerte, en 1868. Este trabajo revolucionó completamente la Geometría, lo que hizo Riemann fue generalizar las geometrías euclídeas en espacios multidimensionales. Las ideas de Riemann fueron el germen de la Geometría Riemanniana moderna, sobre la que con posterioridad se cimentó la Teoría de la Relatividad de Albert Einstein.

**Recursos argumentativos para la fundamentación del análisis en la obra de Cauchy, 1821. (CDV)**

*Mariana Martínez González (rmarimg13@ciencias.unam.mx)*

La expansión del conocimiento matemático viene acompañado con técnicas argumentativas que justifican las propiedades de sus objetos de estudio. Los intentos por fundamentar el desarrollo del conocimiento en matemáticas es, sin duda alguna, uno de los procesos históricos a través de los cuales se han consolidado y, quizás, expandido, las teorías. Un ejemplo lo encontramos en los intentos por otorgar de rigor el conocimiento que se había desarrollado en el cálculo desde finales del siglo XVII hasta principios del s. XIX. Objetos como las cantidades infinitamente pequeñas e infinitamente grandes, requerían de un tratamiento riguroso para ser aceptados. No obstante que fue hasta 1960 que los infinitesimales encontraron su primer fundamento con el trabajo de Abraham Robinson, en el capítulo 2 de su libro de 1821, A.L. Cauchy hace un tratamiento de estos infinitos a partir de lo cual desarrolla algunas propiedades de continuidad. Sin embargo, no todos los argumentos que Cauchy presenta en dicho trabajo se basan de manera directa en su tratamiento de estas cantidades. Analizaremos los procesos de argumentación con los que Cauchy introduce las nociones básicas de límite y continuidad respecto a las funciones que trata en su obra de 1821 y la convergencia de series. De este modo, proporcionaremos un análisis de los procesos de argumentación que se usaron en lo que pretendía ser, en la primera mitad del siglo XIX, un fundamento para las cuestiones básicas del cálculo.

**Georg Cantor, Bertrand Russell y las paradojas de la teoría de conjuntos. (CI)**

*Abelardo Vela Ponce de León (abelardovela@live.com.mx)*

Esta conferencia trata sobre quién y cómo descubrió las paradojas de la teoría de conjuntos. Bertrand Russell, como es del dominio de muchos, guarda una paternidad muy especial sobre las paradojas de la teoría de conjuntos, dado que fue el primero en dar conocimiento de estas paradojas. Además, hay hechos personales y técnicos en Bertrand Russell que se conjugaron para el descubrimiento de las paradojas de la teoría de conjuntos. Lo que nos permite establecer cómo el trabajo de Georg Cantor influyó en el descubrimiento de las paradojas. Esta conferencia es una pequeña muestra de una investigación doctoral que tiene como propósito develar el trasfondo sobre cómo las paradojas de la teoría conjuntos influyeron en la obra de Whitehead y Russell los Principia Mathematica.

**Análisis de la obra "Tratado de los Números" de Leonhard Euler (CI)**

*César Guevara Bravo (guevaraces@ciencias.unam.mx)*

El propósito de la ponencia es presentar el estudio realizado de la citada obra de Leonhard Euler "Tractatus de Numerorum Doctrina" y el lugar que ésta ocupa en la Teoría de los Números. A pesar de ser una de las ramas de las matemáticas más antiguas, no fue sino hasta el siglo XVIII cuando se escribió una obra sobre los números enteros. Euler no terminó la obra y ésta se publicó después de su muerte, actualmente no se conoce ninguna traducción completa ni un estudio matemático de ella. Aquí se presentarán algunos resultados que son el producto de la investigación hecha directa de la obra de Euler, éstos se relacionan con números primos, números perfectos, residuos de potencias, funciones aritméticas, formas cuadráticas, entre otros.

**Esbozo de una didáctica matemática interdisciplinaria. (CDV)**

*Edmundo Palacios (edmundo.palacios@gmail.com)*

Presentamos una didáctica matemática que considera al estudiante como un usuario del conocimiento matemático, dicho conocimiento se le hace presente en un medio donde la escucha por parte de un especialista lo guía a partir del análisis de casos específicos, poniendo

especial atención a la producción de errores por parte del usuario para a partir de estas observaciones obtener un conocimiento sólido de los conceptos matemáticos necesarios. En este proceso se utilizan diversas teorías cognitivas matemáticas.

### **Del telescopio en sus orígenes: ¿engaño o revelación? El nuevo discurso óptico del Seicento.**

*José Rafael Martínez Enríquez*

En 1609, Hans Lipperhey, tallador de lentes en la provincia de Zeeland, retomó la idea de un cliente y construyó un dispositivo que permitía, aparentemente, observar agrandados objetos lejanos. La noticia y algunos elementos más sobre el tema llegaron a Galileo, y en pocos meses el toscano mejoró su funcionamiento y dio a conocer descubrimientos sorprendentes acerca de la apariencia de cuerpos celestes, además de revelar fenómenos y objetos nunca antes contemplados en los cielos. El impacto de estas revelaciones se debía a que trastocaban saberes institucionalizados por la religión y la filosofía natural dominantes en el siglo XVI. Y surgía la duda: ¿por qué confiar en las 'apariencias' configuradas por este instrumento? Carente de referentes conceptuales que explicaran su funcionamiento, el telescopio requería una teoría que diera sustento a las imágenes alteradas respecto de lo que los ojos percibían sin su mediación. Para lograr la aceptación de la veracidad de lo observado, sus defensores debieron construir un aparato explicativo, no exento de recursos retóricos, que equiparara sus imágenes con las producidas en el ojo durante el proceso natural de visión. Relatar aspectos de este proceso es el objetivo de la plática.

### **Algunos manuscritos de fray Diego Rodríguez. (CDV)**

*Roberto Torres Hernández (robert@uaq.mx)*

En este trabajo se analizan algunos fragmentos de los escritos matemáticos de Fray Diego Rodríguez. Además de un breve bosquejo biográfico, se presentan una parte de los estudios que sobre la solución de las ecuaciones algebraicas y la ecuación de Pell realizó fray Diego a mediados del siglo XVII en la ciudad de México. El objeto de dar a conocer estos ensayos matemáticos, es el de intentar rescatar parte de una rica tradición científica en nuestro país, que es poco conocida y valorada por la comunidad matemática.

### **La instrucción matemática en el Colegio de Minería/Escuela Imperial de Minas: 1854–1867. (CI)**

*Ruth López Alejandre (ruthxzhilia@yahoo.com.mx)*

Durante el periodo motivo de estudio, la instrucción de las matemáticas al interior del Colegio de Minería/Escuela Imperial de Minas se reformó en varias ocasiones. Dichas reformas formaron parte central de los proyectos de nación de las distintas facciones políticas, que desde inicios del siglo XIX coincidieron en que la educación científica y la ciencia en México son competencia del Estado. Las reformas fueron básicamente la actualización e incremento de los contenidos matemáticos a estudiar, la reestructuración de sus cátedras y el aumento del acervo bibliográfico utilizado. Sin embargo, las reformas incorporadas desde los planes y programas de estudios de las matemáticas, así como la actualización de la bibliografía utilizada para su enseñanza dependieron directamente del conocimiento y labor pedagógica de sus catedráticos –Joaquín de Mier y Terán y Blas Balcácer, representantes de la primera generación de profesores de esta ciencia formados en México–. A través de la labor pedagógica de Mier y Terán se consolidó la red de enseñanza de las matemáticas entre tres de las instituciones de instrucción superior de mayor relevancia del periodo, las escuelas de agricultura, Bellas Artes y Minería. A Pesar de dicho proceso de homogenización, la fundación de cursos específicos para el estudio de algunas ramas matemáticas –geometría descriptiva, topología y geodesia, y mecánica racional, ésta última fue un curso de física-matemática–, como apoyo de las ingenierías dieron como resultado un estado de conocimiento de esta ciencia heterogéneo, al interior de la Escuela de Minas.

### **El Cálculo Infinitesimal de Francisco Díaz Covarrubias. (CDV)**

*Norma Angélica Rodríguez Guzmán (hypatya.riguez@gmail.com)*

En el México Independiente y en la segunda mitad del siglo XIX, circularon diversos trabajos científicos, algunos de carácter metodológico, otros de problemas prácticos y algunos otros de características pedagógicas como lo es Elementos de Análisis Trascendente ó Calculo Infinitesimal, 1890 de Francisco Días Covarrubias, personaje del grupo que influyó en la elaboración de los principios políticos y más importante aún, pedagógicos, asociados a las Leyes de Reforma. En esta plática queremos presentar un panorama general del contenido del Cálculo Infinitesimal de Díaz Covarrubias como muestra del pensamiento intelectual de la época.

### **Sobre la enseñanza de la física y las las matemáticas en Michoacán en el siglo XX. (CDV)**

*Francisco Javier Domínguez Mota (motahoo@gmail.com)*

En esta plática presentaremos un recuento de varios hechos relevantes en la historia de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas "Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo: sus antecedentes, sus varias fundaciones, sus primeros pasos, su relación con las las instituciones que la precedieron desde el inicio del siglo XX, el papel de la Facultad de Altos Estudios al inicio de la década de los 60, varias anécdotas en voz de primeros actores en la historia, y sus retos para el futuro no muy lejano.

**La Historia de la transformación por inversión en Geometría. (CDV)**

*Efrain Veronico Memije (efrainveronico@gmail.com)*

Las transformaciones geométricas, como las transformaciones en otras áreas de la matemática, son útiles no solo para resolver problemas, sino también para descubrir nuevos hechos. Tales transformaciones son consideradas como herramientas que facilitan la investigación geométrica y que además, permiten dar solución a problemas muy difíciles especialmente a los de construcción. En este trabajo presentaremos la historia de una de estas herramientas: la inversión. Intentando así destacar su importancia y desarrollo en el tiempo, ya que fue gracias a ella que problemas tan famosos como el "problema de las circunferencias de Apolonio" tuvieron solución, este mismo después de casi dos mil años de haberse planteado, es por ello que resulta ser potente y quizás la herramienta más útil a la hora de simplificar figuras. En particular, pretendemos resaltar el papel de la transformación por inversión en la soluciones de problemas tan complejos que surgieron en la historia de la geometría y que representaron un gran reto para los geómetras de aquellas épocas, así mismo deseamos dar una explicación a detalle de la construcción de cada una de las propiedades que la conforman basándonos en los argumentos expuestos por Jacob Steiner en 1824 en uno de sus manuscritos, los cuales se encontraban basados en razonamientos puramente geométricos. Si bien es cierto que la inversión como una transformación simplificadora para el estudio de las figuras y entes geométricos ha estado presente en muchos sitios de la matemática. Esta, ha sido injustamente olvidada en muchas ocasiones pese a la gran explotación que le dieron en sus trabajos, geómetras como el ya mencionado J. Steiner, L. I Magnus, Thomson y Liouville. Además ha demostrado tener múltiples aplicaciones en algunas proposiciones difíciles de la teoría matemática de la elasticidad y demás problemas de la geometría moderna, motivo por el cual consideramos mostrar en esta investigación los acontecimientos que dieron lugar a su origen y al mismo tiempo los resultados y avances que se tienen sobre ella en la actualidad.

**Zermelo y Lawvere-Rosebrugh: Dos axiomatizaciones para el concepto de conjunto de Cantor. (CI)**

*Ivonne Pallares Vega (ivpallares@gmail.com)*

La incursión de teoría de categorías en filosofía de las matemáticas data ya de más de diez años. Esto se ha reflejado en particular en un intenso debate centrado alrededor de la teoría de conjuntos y la teoría de categorías en tanto que fundamentos para las matemáticas. Una buena parte de este debate ha adquirido el tono de una batalla campal en la cual estas dos teorías se presentan como alternativas mutuamente excluyentes (e incluso exhaustivas en algunos casos) para fundamentar a las matemáticas. En esta ponencia se presenta un cambio de perspectiva que abiertamente deja de lado el discurso en gran parte combativo de estos debates filosóficos, y se muestran algunos resultados preliminares de un análisis comparativo de dos axiomatizaciones que en principio caracterizan al mismo concepto matemático: el de conjunto. El análisis parte de la axiomatización de Zermelo de 1908 y de la axiomatización que para la categoría de conjuntos publicaron Lawvere y Rosebrugh en 2003.

## Lógica y Fundamentos

Las actividades de esta área conforman la "V Escuela de Lógica y Conjuntos".

**Coordinador:** David Meza Alcántara

**Edificio 221, Aula N**

**Edificio Polivalente "Dr. Luis Manuel Macías López"**

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Gabriela Campero	<b>Verónica Borja M.</b>	Juan Antonio Nido	
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Kinrha Aguirre	Cecilia Hernández D.	Luis Miguel Villegas	
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Miguel Pérez Gaspar	Froylán Hernández A.		
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	José Antonio Corona	Elías Selem Ávila	Héctor Gabriel Salazar	
12:00–12:30	<b>Miguel Angel Mota</b>	Iván Martínez Ruiz			
12:30–13:00			Iván Martínez Ruiz	Elsa Frías Silver	
13:00–13:30	Iván Martínez Ruiz	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30			<b>Roberto Pichardo M.</b>		
17:30–18:00	Héctor Olvera Vital	<b>Arturo A. Martínez</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	José de Jesús Pelayo				
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Midiendo a lo grande. (CI)

*Miguel Angel Mota Gaytán, David Asperó (motagaytan@gmail.com)*

En esta charla resolveremos un problema de Justin Moore al construir una extensión de forcing donde el continuo es estrictamente mayor que el segundo cardinal incontable y donde vale el principio conocido como measuring.

### Lógicas no clásicas y algunas de sus semánticas. (CP)

*Iván Martínez Ruiz (imartinez@fcfm.buap.mx)*

La lógica clásica, pese a su importancia, falla en algunos casos al intentar capturar la manera en que razonamos ante una problema que incluye cierto grado de incertidumbre y falsa información. Ante el interés de tratar de estudiar formalmente este tipo de problemas, se presenta la necesidad de desarrollar otros tipos de lógicas, llamadas lógicas no clásicas. Algunas de estas lógicas se obtienen al incluir nuevos operadores lógicos y reglas de inferencia o modificando simplemente el sistema axiomático tradicional. Al igual que ocurre con la lógica clásica y los modelos booleanos (cuyo análisis se puede reducir simplemente al álgebra booleana de dos valores), al estudiar formalmente una lógica no clásica es natural preguntarse si es posible determinar la validez de una fórmula a partir de analizar su validez semántica mediante cierto tipo de estructuras. El objetivo de este minicurso será presentar algunos ejemplos de lógicas no clásicas que pueden interpretarse a partir de estructuras que involucran ciertas estructuras algebraicas, modelos de Kripke, espacios topológicos y distintas propiedades de los mismos.

### Un ABC de MA. (CDV)

*Roberto Pichardo Mendoza (rpm@ciencias.unam.mx)*

En un artículo publicado en 1920 M. Suslin hizo una pregunta relacionada con la (in)existencia de ciertos órdenes lineales llamados líneas de Suslin. Casi cuatro décadas después Jech y Tennenbaum probaron que es consistente con los axiomas usuales de la teoría de conjuntos (ZFC) que sí hay líneas de Suslin. Luego, en 1971 Solovay y Tennenbaum mostraron la consistencia de ZFC+ "no existen líneas de Suslin" y es aquí donde el matemático norteamericano Douglas Martin entra en escena: tras leer detenidamente el

artículo de Solovay y Tennenbaum él logra aislar el ingrediente central en la prueba, un principio combinatorio al que actualmente se le conoce como el Axioma de Martin (MA, por sus siglas en inglés). Tras su inserción en la Teoría de Conjuntos, MA ha encontrado aplicaciones importantes no sólo en ésta sino en el Álgebra, el Análisis Matemático y la Topología. De este modo, el propósito del mini-curso es presentar a los asistentes una introducción al material necesario para entender y usar MA, así como varios ejemplos de su empleo en Matemáticas.

#### Órdenes universales. (RT)

*Héctor Olvera Vital* (hector.olvera@ciencias.unam.mx)

Un orden lineal es  $N_\alpha$ -universal si se cumple que todo orden lineal de cardinalidad menor o igual sumerge en él. Una pregunta interesante es si siempre habrá un orden  $N_\alpha$ -universal de cardinalidad  $N_\alpha$ . Esta pregunta se responde con introduciremos una clase especial de conjuntos que surgen con el producto lexicográfico.

#### El teorema de Ramsey y el orden de Katetov. (CDV)

*José de Jesús Pelayo Gómez* (pelayuss@gmail.com)

En esta plática hablaremos acerca de algunos ideales en los números naturales que cumplen el teorema de Ramsey.

#### Título por Anunciar. (CP)

*Gabriela Campero* ()

#### Teorema de representación. (RI)

*Kinrha Aguirre De la Luz* (kinrha@gmail.com)

Las lógicas infinitarias son una extensión de la lógica de primer orden, cuya característica más popular es su mayor expresividad con respecto a la tradicional lógica. En esta plática se demostrará que toda teoría que posiblemente contenga enunciados formados por un número infinito de disyuntos, puede ser caracterizada mediante alguna teoría de primer orden y un conjunto de tipos. Dicho resultado, importante en sí mismo, se lo debemos a C. Chang. Señalamos, además que su demostración proporciona una técnica recurrida para establecer otros resultados. Verbigracia, la igualdad entre el número de Hanf y el de Morley.

#### Semántica de tipo Kripke para la lógica $CG'_3$ . (RI)

*Miguel Pérez Gaspar, Verónica Borja Macías, José Arrazola Ramírez* (miguertux@hotmail.com)

La lógica  $CG'_3$  es una lógica paraconsistente y trivaluada, la cual tiene una estrecha relación con la lógica  $G'_3$ . Es posible definir una semántica de tipo Kripke para  $CG'_3$  de dos maneras distintas. La primera basándonos en la semántica de  $G'_3$  y la segunda redefiniendo la noción de validez. El objetivo de la plática es presentar las dos maneras de definir una semántica de tipo Kripke para  $CG'_3$ .

#### ¿Cómo generalizar Open Coloring Axiom? (CI)

*José Antonio Corona García* (jcorona091089@gmail.com)

Considere  $X$  un espacio topológico. Se dice que  $[X]^2 = K_0 \cup K_1$  es una partición abierta para  $[X]^2$  si  $\{(x, y) \in X^2 : \{x, y\} \in K_0\}$  es abierto en  $X^2$ . "Open Coloring Axiom" (OCA) es el siguiente enunciado: Para todo espacio métrico separable  $X$  se cumple alguna de las siguientes condiciones: 1-Existe  $H \subseteq X$  no numerable de tal forma que  $[H]^2 \subseteq K_0$ . 2- $X = \bigcup_{n \in \omega} H_n$ , con  $[H_n]^2 \subseteq K_1$  para todo  $n$ . Este axioma es consistente con la Teoría de Conjuntos y posee fuertes implicaciones (por ejemplo el continuo es mayor o igual que  $\aleph_2$ ). En esta plática se expondrá brevemente algunas formas de cómo se busca generalizar este axioma, además de algunas de sus implicaciones.

#### Conjuntos especiales de números reales. (CDV)

*Arturo Antonio Martínez Celis Rodríguez* (amartinezcelis@gmail.com)

Hay muchos tipos de subconjuntos de números reales que son considerados como "patológicos". Un ejemplo son los conjuntos de Bernstein, los cuales son conjuntos no numerables de números reales que no contienen subconjuntos cerrados no numerables. Este tipo de conjuntos usualmente tienen propiedades conjuntistas muy interesantes, algunos de ellos están relacionados a problemas de otras áreas de matemáticas. En esta plática daremos un panorama general del tema.

### Una panorámica de la dualización de la lógica intuicionista. (CDV)

Verónica Borja Macías (vero0304@gmail.com)

El objetivo de esta plática es identificar el estado del arte de la dualización de la lógica intuicionista y el papel de las lógicas paraconsistentes en ella. Pero como Brunner y Carnielli señalan en [1], la cuestión de la supuesta dualidad entre la lógica intuicionista y las lógicas paraconsistentes es un pensamiento que surge de vez en cuando, pero la noción de la dualidad en tales discusiones está lejos de ser clara, y por ello la cuestión está lejos de ser resuelta. Existen muchos investigadores interesados en el tema y han realizado diversos esfuerzos con el fin de aclarar estas nociones y crear no sólo una lógica intuicionista dual, sino una jerarquía de ellas. Veamos el enfoque adoptado por Brunner y Carnielli [1], Urbas [5], Queiroz [3], Goré [2], Shramko [4], Kamide [6], sólo por mencionar algunos ejemplos. La pregunta ahora es ¿cómo se compararán sus resultados?. Algunos de ellos han procedido de manera sintáctica algunos otros de manera semántica; algunos se centraron en un fragmento interesante del lenguaje, otros en el lenguaje completo, etc. Las variantes son muchas, identificaremos la forma en que presentan la lógica intuicionista, las nociones de dualidad que utilizan y, finalmente, trataremos de presentar todos estos resultados de una manera organizada para conseguir una buena panorámica de la situación. **Referencias:** [1] A.B.M. Brunner, W.A. Carnielli, "Anti-intuitionism and paraconsistency", *Journal of Applied Logic*, vol. 3, no. 1, 2005, pp. 161-184. [2] R. Gore, "Dual intuitionistic logic revisited", in *Automated Reasoning with Analytic Tableaux and Related Methods*, edited by Roy Dyckho, Springer Berlin Heidelberg, 2000, pp. 252-267. [3] G.S. Queiroz, "Sobre a dualidade entre intuicionismo e paraconsistência" (On the duality between intuitionism and paraconsistency), 1997, Doctoral Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. [4] Y. Shramko, "Dual intuitionistic logic and a variety of negations: The logic of scientific research", *Studia Logica*, vol. 80, no. 2-3, 2005, pp. 347-367. [5] I. Urbas, "Dual-intuitionistic logic", *Notre Dame Journal of Formal Logic*, vol. 37, no. 3, 1996, pp. 440-451. [6] N. Kamide, "A note on dual-intuitionistic logic", *Mathematical Logic Quarterly*, vol. 49, no. 5, 2003, pp. 519-524.

### Fórmulas persistentes e invariantes en lógicas infinitarias. (RI)

Cecilia Hernández Domínguez (ceciliahd@xanum.uam.mx)

Se dice que una teoría  $T$  es *preservada* respecto a subestructuras si cualquier subestructura de un modelo de  $T$  es de nuevo un modelo de  $T$ . Por ejemplo, cualquier subestructura de un grupo es un grupo, pero no todo subanillo de un campo es un campo; por lo cual, la teoría de grupos es preservada respecto a subestructuras mientras que la teoría de campos no lo es. El conocido teorema de preservación de Łoś-Tarski para la lógica de primer orden afirma que  $T$  es preservada respecto a subestructuras si y sólo si es equivalente a una teoría con solo enunciados universales. Otra manera de enunciar dicho teorema: dado un enunciado  $\varphi$  son equivalentes

- (i) Para cualesquiera modelos  $\mathfrak{A}, \mathfrak{B}$  de  $T$ , si  $\mathfrak{A} \subseteq \mathfrak{B}$  y  $\mathfrak{A} \models \varphi$  entonces  $\mathfrak{B} \models \varphi$ .
- (ii) Existe un enunciado existencial  $\psi$  tal que  $T \vdash (\varphi \leftrightarrow \psi)$ .

Feferman y Kreisel en [1] presentan algunos problemas de preservación concernientes tanto a la lógica de primer orden  $L_{\omega\omega}$ , como a lógicas infinitarias, en particular a  $L_{\omega_1\omega}$ , entre ellos, se caracterizan los enunciados preservados respecto a cierta clase de extensiones de estructuras, a saber, *extensiones finales*; donde  $\mathfrak{B} = \langle B, <_{\mathfrak{B}}, \dots \rangle$  es una extensión final de  $\mathfrak{A} = \langle A, <_{\mathfrak{A}}, \dots \rangle$ ,  $\mathfrak{A} \subseteq_{\text{end}} \mathfrak{B}$ , si es una extensión tal que para cada  $a \in A$  y  $b \in B$ , si  $b <_{\mathfrak{B}} a$  entonces  $b \in A$ . El problema que se resuelve es el de caracterizar a los enunciados  $\varphi$  para los cuales (i) se cumple al remplazar  $\subseteq$  por  $\subseteq_{\text{end}}$ , llamados enunciados *persistentes*. Se concluye que son aquellos  $\varphi$  tales que  $T \vdash (\varphi \leftrightarrow \psi)$  para algún enunciado  $\psi$  construido a partir de fórmulas atómicas y negación de fórmulas atómicas mediante conjunciones, disyunciones, cuantificación acotada y cuantificación universal, es decir,  $\psi$  debe ser  $\Sigma$ - fórmula. En esta plática se brinda una demostración del resultado. **Bibliografía:** [1] S. Feferman and G. Kreisel, *Persistent and invariant formulas relative to theories of higher order*, *Bull. Amer. Math. Soc.* **72** (1966), no. 3, 480-485.

### Ambigüedad, paradoja y contradicción en sistemas lógicos formales. (RT)

Froylán Hernández Alfaro, Erika Berenice Roldan Roa (froylanhdeza@gmail.com)

Una actividad esencial en el quehacer matemático es demostrar enunciados dentro de un sistema lógico formal. En este trabajo se definen formalmente y se estudian ejemplos de tres conceptos fundamentales dentro de los sistemas lógicos formales: ambigüedad, paradoja y contradicción. Se dice que una fórmula bien formada (fbf) $A$ , es ambigua dentro de un sistema lógico formal cuando al introducir  $A$  o introducir  $\neg A$ , como axioma, dentro del sistema no generamos ninguna contradicción. Como ejemplo de ambigüedad veremos el quinto postulado de Euclides (el postulado de las paralelas) y el axioma de elección. Una contradicción es un fbf que al introducirla en el sistema, como axioma, permite deducir como teoremas todas las fbf del sistema y que al introducirla negada sigue dejando al sistema consistente. Como ejemplo de contradicción podemos tomar un teorema (fbf ya demostrada en el sistema) e introducir su negación como axioma. Una paradoja  $P$  es una fbf tal que al ser introducida en el sistema es una contradicción y a la vez al introducir  $\neg P$  también se tiene una contradicción. Como ejemplo de paradoja veremos la "paradoja de Russell".

**Construcciones alternas de  ${}^*\mathbb{R}$  y sus extensiones. (CI)***Eliás Selem Ávila (eselem16@hotmail.com)*

La diferencia entre los números reales  $\mathbb{R}$  y los hiperreales  ${}^*\mathbb{R}$ , como modelos matemáticos, es que el primer conjunto satisface el axioma de continuidad  $C$  y el segundo, su negación  $\neg C$ . este hecho permite efectuar diversas construcciones de  ${}^*\mathbb{R}$ , empleando un conjunto de axiomas adecuado que es satisfecho por  $\mathbb{R}$  y después al sustituir  $C$  por  $\neg C$  mostrar que el conjunto resultante es isomorfo a  ${}^*\mathbb{R}$  construido con un ultrafiltro libre. esto se conseguirá vía el teorema de Hausdorff, que dice que todos los conjuntos superdensos de cardinal  $\aleph - 1$ , son isomorfos se harán una construcción analítica, otra geométrica y dos lógicas.

**Módulos Localmente Proyectivos y grandes cardinales (parte I). (CI)***Juan Antonio Nido Valencia, Luis Miguel Villegas Silva, Héctor Gabriel Salazar Pedroza (nido.juan@gmail.com)*

Se estudia la clase de los módulos localmente proyectivos desde las perspectivas de los fundamentos lógico algebraicos, la teoría de modelos y la teoría de los grandes cardinales. Se demuestran propiedades de compacidad para los módulos  $k$ -localmente proyectivos donde  $k$  es un cardinal singular, sutil o débilmente compacto. También se dan algunos resultados sobre ultraproductos de módulos localmente proyectivos.

**Modulos localmente proyectivos y grandes cardinales (parte II). (CI)***Luis Miguel Villegas Silva, Gabriel Salazar Pedroza, Juan Antonio Nido Valencia (villegas63@gmail.com)*

Se estudia la clase de los módulos localmente proyectivos desde las perspectivas de los fundamentos lógico algebraicos, la teoría de modelos y la teoría de los grandes cardinales. Se demuestran propiedades de compacidad para los módulos  $k$ -localmente proyectivos donde  $k$  es un cardinal singular, sutil o débilmente compacto. También se dan algunos resultados sobre ultraproductos de módulos localmente proyectivos.

**Modulos localmente proyectivos y grandes cardinales (parte III). (CI)***Héctor Gabriel Salazar Pedroza, Juan Antonio Nido Valencia, Luis Miguel Villegas Silva (dr.gabriel.salazar@gmail.com)*

Se estudia la clase de los módulos localmente proyectivos desde las perspectivas de los fundamentos lógico algebraicos, la teoría de modelos y la teoría de los grandes cardinales. Se demuestran propiedades de compacidad para los módulos  $k$ -localmente proyectivos donde  $k$  es un cardinal singular, sutil o débilmente compacto. También se dan algunos resultados sobre ultraproductos de módulos localmente proyectivos.

**La lógica matemática como vínculo para los sistemas computacionales. (CDV)***Elsa Frías Silver (dl15fise02652@unadmexico.mx)*

Lógica proposicional, cuantificacional y de cálculo de predicados. Una tripartita que supera cualquier toma de decisiones con miras a los sistemas computacionales. Hablar de lógica implica hablar de razonamiento, pero, ¿son los razonamientos tautológicos los que formarán el vínculo con la tecnología? o es acaso ¿la tecnología quien servirá de vínculo para nuevas estructuras de pensamiento? La lógica natural o espontanea forma parte de una ruta que desemboca en procesos computacionales. Como llegar a tal punto. Consideremos los siguientes elementos para una actitud crítica y analítica:

- Información
- Proyección (métodos numéricos)
- Toma de decisiones (lenguaje, herramientas, simulación)
- Interrelaciones
- Conocimiento
- Investigación

Cada elemento adecuadamente ensamblado nos llevará a distinguir entre diferentes proposiciones lógicas. Identificación y función de conectivas. Manejo del lenguaje de la lógica proposicional. Demostrar la validez de argumentos mediante tablas de verdad. Inferir leyes lógicas que permitan realizar inferencias válidas. Demostrar la validez o invalidez de argumentos a través del cálculo inferencial. Aplicar las leyes de equivalencia o inferencia lógica. Demostrar argumentos lógicos haciendo uso de demostraciones por método directo y por contradicción. Distinguir entre predicados y términos, analizar la estructura lógica interna de argumentos, construir modelos a partir de predicados y términos, siguiendo el cálculo de predicados, interpretar y evaluar fórmulas construidas usando predicados y términos con cuantificadores. Efectuar el análisis lógico de argumentos a través del cálculo de predicados o cuantificadores. Tener un primer contacto con una de las aplicaciones de la lógica de predicados y, en concreto, de la mecanización del método de resolución en el mundo de la informática: la programación lógica.

**Ideales, filtros y grandes cardinales.** (CDV)

*Édgar Alonso Valenzuela Nuncio* (gar\_Ed\_93@hotmail.com)

Se presentarán, siguiendo un par de artículos publicados por Baumgartner, caracterizaciones de grandes cardinales a través de ideales y filtros sobre dichos cardinales.

---

## Matemáticas Discretas

Coordinador: Rafael Villarroel Flores

Edificio 221, Aula L

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Gustavo Adolfo García	Jesús Leños Macías	Eric Pauli Pérez	Juan Antonio Vega
9:30–10:00		José Collins Castro	Miguel A Romualdo	José M. Sigarreta	Ludwin Ali Hdez
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	Marcelino Ramírez I	<b>Rita Zuazua</b>	<b>Miguel Ángel Pizaña</b>	<b>Gabriela Araujo</b>
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	<b>Miguel Raggi Pérez</b>	Abel Cabrera Martínez	Ana Laura Trujillo	Patricio R. García
12:00–12:30			Carlos Denis Leyva	Ilán A. Goldfeder	Denae Ventura A
12:30–13:00		José Antonio Montero	José Luis Sánchez	Joaquín Tey Carrera	
13:00–13:30		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00		Erik Eduardo Dorantes	<b>TARDE LIBRE</b>		
17:00–17:30		Luis Manuel Rivea			
17:30–18:00		Adrián Ávila		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30		Mario Alberto Jiménez			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Ciclos hamiltonianos en generalización de los torneos multipartitos. (CI)

Gustavo Adolfo García Apolonio (mat.apolonio@gmail.com)

Sabemos que todo torneo es hamiltoniano si y sólo si es fuertemente conexo. También sabemos que todo torneo bipartito es hamiltoniano si y sólo si es fuertemente conexo y tiene un factor de ciclos. Más aún, la extensión de todo torneo fuertemente conexo es hamiltoniana si y sólo si posee un factor de ciclos. La P-composición es una operación que generaliza la composición usual de forma tal que preserva la propiedad de ser multipartita. Recientemente, Cano-Vila, Galeana-Sánchez y Goldfeder probaron que la P-composición de torneos bipartitos fuertemente conexos sobre un ciclo es hamiltoniana si y sólo si posee un factor de ciclos. En la presente charla extenderemos el resultado anterior pero para torneos multipartitos fuertemente conexos. Es decir, que la P-composición de torneos multipartitos fuertemente conexos sobre un ciclo es hamiltoniana si y sólo si posee un factor de ciclos. La forma en como abordamos este problema fue por inducción sobre el número de elementos del factor de ciclos. Los casos más relevantes se dan cuando el factor de ciclos tiene dos o tres elementos y, en esos, usamos herramientas que derivan tanto del artículo de Cano-Vila, Galeana-Sánchez y Goldfeder (como son los pares buenos de flechas y los ciclos concordantes) como de trabajos de Bang-Jensen y Gutin (principalmente la técnica de la multi-inserción).

### Toroïdes equivelares de pocas órbitas. (CI)

José Collins Castro (jcollins.aleph.zero@gmail.com)

Un toroïde equivelar de rango  $n + 1$  es un cociente de una teselación regular del espacio euclidiano  $n$ -dimensional por un subgrupo de sus simetrías generado por  $n$  traslaciones linealmente independientes. El objetivo de la charla es presentar una clasificación de los toroïdes equivelares de rango  $n + 1$  con a lo más  $n$  órbitas en banderas.

### El polinomio de emparejamiento por completas de una gráfica y su relación con otros polinomios. (CI)

Marcelino Ramírez Ibáñez, Beatriz Carely Luna Olivera, Criel Merino López (marchelino@gmail.com)

En Teoría algebraica de gráficas existe una gran variedad de polinomios asociados a una gráfica, dentro de ellos se encuentran: el polinomio cromático, de malas coloraciones, de emparejamientos, característico, de Tutte, etc. Hay abundantes resultados acerca

de las relaciones entre dichos polinomios, uno de ellos es de Farrell y Whitehead (1992) donde relacionan el polinomio cromático y el de emparejamientos solo para gráficas libres de triángulos. Con el objetivo de generalizar el resultado anterior para cualquier gráfica, proponemos el polinomio de emparejamientos por completas y mostramos que este polinomio no sólo contiene al polinomio de emparejamientos sino además es una evaluación del polinomio de pesos de la gráfica. Presentaremos otras propiedades y relaciones de dicho polinomio.

#### **El camino más largo.** (CI)

*Miguel Raggi Pérez (mraggi@gmail.com)*

Dada una gráfica dirigida con pesos en las aristas, presentaremos un algoritmo heurístico para resolver el problema de encontrar la trayectoria de mayor peso. Una implementación de este algoritmo ganó el Oracle MDC coding challenge 2015.

#### **Cubos generalizados y extensiones de politopos abstractos.** (CDV)

*José Antonio Montero Aguilar (amontero@matmor.unam.mx)*

La palabra 'politopo' es el término genérico para los polígonos, poliedros, etc. Los politopos abstractos generalizan de manera combinatoria a los politopos clásicos. El problema de extensión en politopos convexos consiste en determinar cuándo un politopo de dimensión  $d$  se puede usar para construir un politopo de dimensión  $d + 1$ . Este problema tiene sentido en el contexto de los politopos abstractos. En la plática veremos la importancia de este problema y ofreceremos una posible solución que generaliza una construcción clásica de los cubos.

#### **Las matemáticas en el rubik.** (RT)

*Erik Eduardo Dorantes Morales (erikdorantes1234@gmail.com)*

El cubo de Rubik inicialmente se concibió como un juego de destreza mental, al paso del tiempo se popularizó tanto que empezó a atraer la atención de matemáticos de todo el mundo, haciendo de este un tema del cual hablar. En esta charla se abordarán algunos aspectos y conceptos matemáticos que encierra el cubo rubik, tales como el álgebra moderna y además se abordarán algunos elementos propios del cubo, métodos de solución, curiosidades, casos imposibles y se presentará un método alternativo para su solución desarrollado por el ponente.

#### **Regularidad y planaridad de gráficas de fichas.** (CI)

*Luis Manuel Rivea Martínez, Walter Carballosa, Ruy Fabila-Monroy, Jesús Leños (luismanuel.rivera@gmail.com)*

Sea  $G$  una gráfica de orden  $n$  y sea  $k$  un entero positivo entre  $1$  y  $n$ . La gráfica de  $k$  fichas de  $G$  es la gráfica cuyos vértices son todos los  $k$  subconjuntos de  $V$ , y dos de estos vértices son adyacentes si su diferencia simétrica es  $\{u, v\}$ , en donde  $\{u, v\}$  es un arista en  $G$ . En esta plática vamos a presentar algunos resultados sobre la regularidad y planaridad de gráficas de fichas.

#### **Factorización de gráficas completas inducidas por conjuntos strong starters.** (CI)

*Adrian Ávila (adrian.vazquez@unaq.edu.mx)*

Sea  $G$  un grupo aditivo, finito y abeliano de orden impar  $n$ , y sea  $G^* = G \setminus \{0\}$ . Un starter de  $G$  es un conjunto  $X = \{x_1, y_1, \dots, x_{\frac{n}{2}}, y_{\frac{n}{2}}\}$  tal que

1.  $\{x_1, \dots, x_{\frac{n}{2}}, y_1, \dots, y_{\frac{n}{2}}\} = G^*$
2.  $\{\pm(x_i - y_i) : i = 1, \dots, \frac{n}{2}\} = G^*$

Más aún, si  $\{x_i + y_i : i = 1, \dots, \frac{n}{2}\} = G^*$ , entonces  $X$  se llama strong starter de  $G$ . Un 1-factor de una gráfica, es un conjunto de aristas de la gráfica con la propiedad de que cada vértice es incidente a una única arista. Un 1-factorización de una gráfica, es un conjunto de 1-factores de la gráfica con la propiedad de que cada arista de la gráfica está en un único 1-factor. Dado un starter  $X$  de un grupo  $G$ , aditivo, finito y Abeliano de orden impar  $n$ , es bien sabido como construir un 1-factorización de la gráfica completa  $K_{n+1}$ . En esta plática presentaré algunos resultados de 1-factorizaciones de  $K_{q+1}$ , con  $q$  potencia de primo, inducido por un conjunto strong starter  $\{x_1, \dots, x_{\frac{q-1}{2}}, y_1, \dots, y_{\frac{q-1}{2}}\}$ , con  $\{x_1, \dots, x_{\frac{q-1}{2}}\} = QR(q)$  y  $\{y_1, \dots, y_{\frac{q-1}{2}}\} = NRQ(q)$ , donde  $QR(q)$  y  $NRQ(q)$  son el conjunto de residuos cuadráticos y el conjunto de residuos no cuadráticos de  $\mathbb{F}_q^*$ , respectivamente.

#### **Generación de ruta libre de obstáculos para UAV.** (CDV)

*Mario Alberto Jiménez Saucedo, Adrián Vázquez Ávila (mario.a.jimenez.s@gmail.com)*

La integración entre aeronaves tripuladas y no tripuladas dentro del mismo espacio aéreo implica un desarrollo tecnológico substancial dentro de una amplia variedad de aplicaciones. La planificación de ruta con evasión de colisiones representa un punto clave para dicha integración.

Para cumplir su misión, un UAV (Unmanned Aerial Vehicle por sus siglas en inglés) requiere la capacidad de navegar de forma segura a través de zonas urbanas o desconocidas donde existen obstáculos tanto fijos como móviles y de diferentes tipos y tamaños; y éstos pueden poner en riesgo la misión así como la integridad de terceros o de la propia aeronave. Para que los algoritmos de planificación de ruta puedan responder ante una posible colisión, éstos deben ser eficientes en el tiempo de cálculo y procesamiento, ya que las posibles colisiones generalmente se detectan con un tiempo limitado tanto para calcular la nueva ruta como para ejecutar la maniobra de evasión.

Utilizando Teoría de Gráficas, el espacio aéreo puede ser representado por una gráfica planar, de tal modo que el problema de encontrar una ruta libre de obstáculos se traduce en explorar esta gráfica y obtener la ruta más corta entre un vértice de partida y uno de destino, respetando restricciones producidas por conjuntos de vértices no válidos, obstáculos emergentes y por limitaciones propias de la aeronave en cuestión.

En este trabajo utilizaremos el algoritmo  $A^*$  sobre una triangulación de Delaunay restringida sobre un conjunto de vértices y sobre aristas contenidas en a la gráfica de visibilidad.

#### **Párrafos Gaussianos de arreglos pseudolineales. (CI)**

*Jesús Leñas Macías, Drago Bokal (jesus.leanos@gmail.com)*

Gauss dio condiciones necesarias y suficientes para que una secuencia de letras represente la secuencia de cruces de una curva cerrada en el plano. Tales secuencias fueron llamadas palabras gaussianas. En la plática se presentará una generalización de esas ideas para el caso de arreglos simples de pseudolineas y llamaremos párrafos gaussianos al conjunto de palabras correspondiente. En particular, mostraremos un algoritmo que decide en tiempo lineal (con respecto al número de cruces del arreglo) si un conjunto de palabras corresponde a un arreglo de pseudolineas.

#### **Cuasihamiltonicidad en torneos multipartitos. (RT)**

*Miguel Angel Romualdo Morales, Ilán A. Goldfeder Ortiz (miguel.rom@ciencias.unam.mx)*

Recordemos que un torneo es una digráfica tal que entre todo par de vertices hay exactamente una flecha. Una digráfica es un torneo multipartito si hay una partición del conjunto de vértices en conjuntos llamados partes tal que no hay flechas entre los vértices de una misma parte y para todo par de vértices tal que están en partes diferentes hay exactamente una flecha entre ellos. Notamos que en el caso particular en que la digráfica multipartita tiene un solo vértice en cada parte esta resulta ser un torneo. En una digráfica  $D$ , una trayectoria hamiltoniana es aquella que contiene todos los vértices de  $D$ . De forma más general, para digráficas mutipartitas se tiene el concepto de cuasihamiltonicidad. Una trayectoria cuasihamiltoniana en una digráfica multipartita es aquella que contiene vértices de todas las partes de la digráfica. En efecto notamos que para el caso particular en que la digráfica multipartita es un torneo, la trayectoria cuasihamiltoniana resulta ser hamiltoniana. Ahora definimos conexidad por trayectorias. Una digráfica  $D$  es fuertemente conexa por trayectorias hamiltonianas si para todo par de vértices  $a$  y  $b$  en  $D$  existe una  $(a, b)$ -trayectoria hamiltoniana. El equivalente para cuasihamiltonicidad dice que una digráfica multipartita es fuertemente conexa por trayectorias cuasihamiltonianas si para todo par de vértices  $a$  y  $b$  se tiene una  $(a, b)$ -trayectoria cuasihamiltoniana. Por último recordamos que una digráfica es  $k$ -fuerte si al quitar un conjunto con a lo más  $k - 1$  vértices la digráfica es fuertemente conexa. Partiendo del resultado de Carsten Thomassen para torneos que dice que todo torneo 4-fuerte es fuertemente conexo por trayectorias hamiltonianas, obtenemos uno equivalente para digráficas multipartitas que dice que todo torneo multipartito 4-fuerte es fuertemente conexo por trayectorias cuasihamiltonianas. Este resultado generaliza al de Thomassen en digráficas multipartitas.

#### **Conjuntos dominantes (y algo más) en teoría de gráficas. (CDV)**

*Rita Zuazua (ritazuazua@gmail.com)*

En esta plática, presentaremos algunas definiciones y ejemplos básicos de la teoría de dominación en gráficas. Le pondremos condiciones adicionales a nuestros conjuntos y haremos algunas operaciones o modificaciones de gráficas para estudiar nuevos parámetros y compararlos con el número de dominación clásica.

#### **Dominación total transversal independiente versus dominación total en grafos árboles. (RT)**

*Abel Cabrera Martínez, José María Sigarreta Almira, Ismael González Yero (abecamar@gmail.com)*

Un subconjunto de vértices en un grafo  $G$  es un conjunto dominante total si todo vértice en  $G$  es adyacente al menos a un vértice en este subconjunto. El número de dominación total de  $G$  es la cardinalidad mínima de cualquier conjunto dominante total y se denota por  $\gamma_t(G)$ . Un conjunto dominante total de un grafo  $G$ , que tiene intersección no vacía con todos los conjuntos independientes de máxima cardinalidad de  $G$ ; es un conjunto dominante total transversal independiente. La cardinalidad mínima de cualquier conjunto dominante total transversal independiente se denota por  $\gamma_{tt}(G)$ . Para todo árbol  $T$ , en [1] se demuestra que  $\gamma_{tt}(T) = \gamma_t(T)$  ó  $\gamma_{tt}(T) = \gamma_t(T) + 1$ . En este trabajo se caracteriza el parámetro  $\gamma_{tt}(T)$  para cualquier árbol  $T$ . **Referencias:** [1] A. Cabrera Martínez, J. M. Sigarreta Almira, and I. G. Yero, *On the independent transversal total domination number of graphs*. Submitted.

**Dominación total en gráficas grids. (RT)**

Carlos Denis Leyva Jalemskaya, José María Sigarreta Almira, Sergio Bermudo Navarrete (denislejva90@gmail.com)

Sea  $G = (V, E)$  una gráfica, un conjunto  $S \subseteq V$  es un conjunto  $k$ -dominante total si cada vértice  $v \in V$ , tiene al menos  $k$  vecinos en  $S$ . El número de  $k$ -dominación total  $\gamma_{kt}(G)$  es la cardinalidad mínima entre todos los conjuntos  $k$ -dominantes totales. En este trabajo se obtienen fórmulas cerradas para el número de 2-dominación total de algunas gráficas grids, y una cota superior e inferior para este parámetro en cualquier gráfica grid.

**Conjuntos  $k$ -totales en el producto cartesiano de gráficas. (CI)**

José Luis Sánchez Santiesteban, Sergio Bermudo, José M. Sigarreta (jlsanchezsantiesteba@gmail.com)

Sea  $G = (V; E)$  una gráfica,  $S$  subconjunto de  $V$  es un conjunto  $k$ -total dominante si cada vértice de  $V$  es adyacente con al menos  $k$  vértices de  $S$ . En este trabajo se obtienen básicamente un conjunto de cotas óptimas para el número de dominación  $k$ -total del producto cartesiano de dos grafos; en función de invariantes de las gráficas dadas.

**Gráficas autoduales en el espacio. (RT)**

Eric Pauli Pérez Contreras (eripc@gmail.com)

Un concepto que resulta interesante en varios contextos de las matemáticas es la dualidad. En los sólidos platónicos, por ejemplo, el cubo es dual del octaedro, el dodecaedro tiene por dual al icosaedro y el tetraedro es dual a sí mismo, es decir, es *autodual*. Para estudiar la dualidad, nos concentraremos en las relaciones combinatorias entre los elementos de los poliedros: vértices, aristas y caras. Si una gráfica  $G$  es plana, definimos su *gráfica dual*  $G^*$  como sigue: cada cara  $c$  de  $G$  es un vértice  $v_c$  de  $G^*$  y si dos caras  $c$  y  $d$  de  $G$  comparten una arista  $a$  de  $G$ , entonces habrá una arista  $a^* = v_c v_d$  entre sus vértices correspondientes. Si  $G$  es autodual entonces existe un isomorfismo de gráficas entre  $G$  y  $G^*$ . A pesar de que el dual del dual es la gráfica original, ¿será cierto que todo isomorfismo de dualidad tiene la propiedad de que al cuadrado es la identidad? ¿cómo se relaciona la simetría de un poliedro con su dualidad? ¿habrá poliedros autoduales sin simetrías? Pasando a la geometría, se puede ver que en el espacio  $\mathbb{R}^3$  no se pueden encontrar cinco puntos distintos de modo que la distancia entre cualesquiera dos de ellos sea 1. En términos de gráficas diríamos que  $K_5$  no se puede encajar en el espacio con aristas de igual longitud. ¿qué otras gráficas *prohibidas* hay en el espacio  $\mathbb{R}^3$ ? ¿cómo se relaciona este problema con las gráficas autoduales? Éstas y otras ideas serán abordadas en la plática.

**Desigualdades asociadas con el número de  $k$ -total dominación en gráficas. (CI)**

José M. Sigarreta Almira, S. Bermudo (jsmathguerrero@gmail.com)

En este trabajo se muestran diferentes desigualdades asociadas con el número de  $k$ -total dominación. En particular, se investiga la relación entre el número de  $k$ -total dominación con otros conocidos parámetros de una determinada gráfica tales como: la medida, el orden, número cromático, cuello, máximo y mínimo grado, el diámetro y número de  $k$ -dominación.

**Haces fibrados y gráficas de clanes. (CI)**

Miguel Ángel Pizaña López, Paco Larrión, Rafael Villarroel-Flores (mpizana@gmail.com)

En topología un haz fibrado es un espacio topológico que localmente se ve como un producto de espacios. Los haces fibrados han resultado ser de gran importancia en física (relatividad general) y matemáticas (geometría algebraica, geometría diferencial y topología diferencial). Importando el concepto de haz fibrado a la teoría de las gráficas, un haz (fuerte) de gráficas es una gráfica que localmente se ve como un producto (fuerte) de gráficas. Mostraremos cómo se pueden estudiar y comparar distintas nociones de localidad en este contexto y mostraremos que el operador de clanes preserva haces fibrados fuertes *triangulares*.

**Gráficas de fichas. (RT)**

Ana Laura Trujillo Negrete, Érika Berenice Roldán Roa, Jesús Leños Macías (lauratn21@hotmail.com)

En esta plática se dará una introducción a las gráficas de fichas asociadas a una gráfica y un resumen de los resultados publicados hasta la fecha. Además, se presentarán resultados nuevos que hemos obtenido dando cotas para el grado máximo, cuello y dominación asociados a las gráficas de fichas de una gráfica. También mostraremos un análisis sobre gráficas de fichas asociadas a multigráficas.

**Algunos resultados sobre la existencia de ciclos y trayectorias alternantes en gráficas 2-coloreadas en aristas. (CI)**

Ilan A. Goldfeder, Alejandro Contreras Balbuena, Hortensia Galeana Sánchez (ilan.goldfeder@gmail.com)

Consideremos gráficas en las que todas sus aristas están coloreadas con colores rojo o azul. Una *trayectoria alternante* es una trayectoria (es decir, una sucesión de vértices diferentes tales que cualesquiera dos consecutivos son adyacentes) en la cualesquiera dos aristas consecutivas tienen color diferente. Análogamente, un *ciclo alternante* es un ciclo (una sucesión de vértices consecutivamente

adyacentes que no se repiten, salvo el primero y el último que son iguales) en el que cualesquiera dos aristas consecutivas tienen color diferente. Una trayectoria o un ciclo se dicen *hamiltonianos* si recorren todos los vértices de la gráfica. En esta charla examinaré algunas condiciones que nos permitan asegurar la existencia de trayectorias o ciclos hamiltonianos alternantes.

#### Sobre una generalización del primer problema de diferencias de Heffter. (CI)

Joaquín Tey Carrera (jtey@xanum.uam.mx)

En 1897, interesado en construir cierto tipo de Sistemas de Ternas de Steiner, Heffter estableció el problema siguiente: ¿Será posible particionar el conjunto de enteros  $\{1, 2, 3, \dots, 3n\}$  en  $n$  ternas  $\{a, b, c\}$  de tal manera que para cada terna se cumpla que  $a + b \pm c = 0 \pmod{6n + 1}$ ? Este problema se conoce como el Primer Problema de Diferencias de Heffter (PPDH) y fue resuelto (afirmativamente) por Peltesohn en 1939. En esta plática daremos una generalización de PPDH y cómo usar su solución en la construcción de cierta descomposición en ciclos del conjunto de aristas de una gráfica completa.

#### Sobre el invariante de grafos: La deficiencia-CIO. (RI)

Juan Antonio Vega Garfias, Isidoro Gitler, Enrique Reyes (javega@math.cinvestav.edu.mx)

Una configuración de Truemper es un grafo isomorfo a una pirámide, una theta o una rueda. Los grafos theta-anillados son caracterizados por medio de la exclusión de las configuraciones de Truemper. El problema de detectar una configuración de Truemper es polinomial para pirámides y thetas, y es NP-completo para prismas y ruedas. En contraste, podemos decidir si un grafo simple es un grafo theta-anillado en tiempo polinomial. Los ideales tóricos son una clase especial de ideales primos en un anillo de polinomios, los cuales son generados por diferencias de monomios (llamados binomios). El conjunto de ceros de un ideal tórico es una variedad tórica afín. Algebraicamente, un ideal tórico es una intersección completa si el mínimo número de generadores es igual a su altura. Resulta interesante que para cada grafo simple exista una orientación canónica de sus aristas tal que el ideal tórico asociado es una intersección completa binomial. Además, existen grafos para los que cada ideal tórico, asociado a una orientación de aristas, es una intersección completa binomial. Estos grafos se llaman grafos-CIO (haciendo referencia a las siglas en inglés: Complete Intersection for each edge Orientation). Se sabe que un grafo es CIO si y sólo si es theta-anillado. La deficiencia-CIO mide qué tan cerca está un grafo de ser CIO; de esta forma, la deficiencia-CIO de un grafo  $G$  es igual a cero si y sólo si  $G$  es un grafo-CIO. En esta charla daremos ejemplos y aspectos computacionales de la detección de grafos-CIO, así como avances en el estudio de la deficiencia-CIO de grafos simples.

#### Propiedades matemáticas del diferencial en gráficas. (RT)

Ludwin Ali Hernández Basilio, José María Sigarreta Almira, Sergio Bermudo Navarrete (ludwin.ali@gmail.com)

Denotaremos por  $G = (V, E)$  a una gráfica simple de orden  $n = |V|$  y tamaño  $m = |E|$ . Para un subconjunto no vacío  $S \subseteq V$ , y cualquier vértice  $v \in V$ , denotaremos por  $N_S(v)$  el conjunto de vecinos de  $v$  que tiene en  $S$ :  $N_S(v) := \{u \in S : u \sim v\}$  y  $\delta_S(v) = |N_S(v)|$ . El complemento del conjunto de vértices  $S$  en  $V$  será denotado por  $\bar{S}$ , así que  $N_{\bar{S}}(v)$  es el conjunto de vecinos de  $v$  que tiene en  $\bar{S} = V \setminus S$ . Sea  $B(D)$  el conjunto de vértices en  $V \setminus D$  que tiene un vecino en el conjunto  $D$ . El diferencial de un conjunto  $D$  se define como  $\partial(D) = |B(D)| - |D|$  y el diferencial de una gráfica es igual al valor máximo de  $\partial(D)$  para cualquier subconjunto  $D$  de  $V$ . En este trabajo se obtienen cotas óptimas para el diferencial de una gráfica en términos de parámetros conocidos. En particular, se estudia la relación entre el diferencial y números básicos de la Teoría de Dominación tales como: independencia, packing y  $k$ -dominación.

#### El problema de Moore en gráficas mixtas. (CI)

Gabriela Araujo Pardo (gabayaranajop@gmail.com)

Abordaré el problema de la cota de Moore relacionada con el diámetro y el cuello a gráficas que tienen aristas y flechas y daré un resumen del estado del problema actualmente.

#### Algunos resultados sobre digráficas 4-transitivas. (CI)

Patricio Ricardo García Vázquez, César Hernández Cruz (patricio.garcia@ciencias.unam.mx)

Sea  $D$  una digráfica con conjunto de vértices  $V(D)$  y conjunto de flechas  $A(D)$ . Decimos que  $D$  es 4-transitiva si se cumple que para cualesquiera dos vértices  $u, v \in V(D)$  tales que existe una  $uv$ -trayectoria dirigida de longitud 4, entonces  $(u, v) \in A(D)$ . La familia de digráficas fuertemente conexas y 4-transitivas está completamente caracterizada, utilizando este resultado, se pueden demostrar varias propiedades que tienen las digráficas 4-transitivas. En esta plática veremos algunas de ellas. Un núcleo de una digráfica es un subconjunto del conjunto de vértices que es independiente (no hay flechas entre vértices que están contenidos en él) y absorbente (para todo vértice fuera de él hay una flecha hacia algún vértice contenido en él). Generalizando los conceptos de independencia y absorbencia podemos definir para cada natural  $k \in \mathbb{N}$  un  $k$ -núcleo de una digráfica  $D$  como un subconjunto de vértices  $N \subseteq V(D)$  que es  $k$ -independiente y  $(k-1)$ -absorbente. Bajo esta definición, un núcleo resulta ser un 2-núcleo. Caracterizaremos a las digráficas

4-transitivas que contienen un 3-núcleo y a las que contienen un núcleo. Además, utilizando este último resultado, daremos una prueba de que la conjetura de Laborde-Payan-Xuong se satisface para digráficas 4-transitivas.

**Coloraciones de suma-cero.** (RT)

*Denae Ventura Arredondo, Amanda Montejano Cantoral (denaeventura50@msn.com)*

Sea  $X$  un conjunto cualquiera y  $C$  un conjunto de colores tal que  $C \subset \mathbb{Z}$ . Dada una coloración  $\chi: X \rightarrow C$ , decimos que un subconjunto  $Y \subseteq X$  es de suma-cero si la suma de los colores de sus elementos es cero, es decir,

$$\sum_{y \in Y} \chi(y) = 0.$$

La teoría de suma-cero estudia la existencia de estructuras de suma-cero, considerando coloraciones en las cuales  $C$ , el conjunto de colores, tiene la estructura de un grupo. En esta plática, daremos algunos resultados interesantes sobre la existencia de  $k$ -bloques de suma cero en  $\mathbb{Z}_n$  bajo ciertas coloraciones.

---

## Matemática Educativa

Coordinador: Silvia Elena Ibarra Olmos  
 Edificio 202, Auditorio “Ing. Javier Salazar Negrete”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Verónica Vargas Alejo	César Cristóbal E.	Rodolfo David Fallas	Gabriela Márquez
9:30–10:00		María Isabel Toribio	Cristian Gpe. Paredes	Beatriz A. Rodríguez	Armando Morales
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	Anahi Castro Delgado	Gilberto Varela C.	Roberto Sánchez S.	María I. Vargas
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Mariana Carnalla C.	Alejandro Maravilla C.	Alfredo Paredes P.	Gustavo Rivera
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Elizabeth Becerra R.	Raquel Hernández M.	Carlos Alberto S.	David A. Páez
12:00–12:30	Evelyn L. Escalante	Curso 1	Curso 2	Curso 3	Curso 4
12:30–13:00	Angelina Alvarado	<b>Ana Gpe. del Castillo</b>	<b>Leticia Sosa Guerrero</b>	<b>Ulises Xolocotzin</b>	<b>Flor M. Rodríguez</b>
13:00–13:30	María Y. Sánchez	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Aarón Aparicio Hdez.				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30	Luis Alberto Oregel	Rodrigo Cambray	Santiago R. Velázquez		
17:30–18:00	Marco Antonio Soria	Anthony Torres Hdez	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Gilberto A. Gutiérrez	Raymundo García Z.			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Consejos y propuestas para el aula matemática con ciegos y débiles visuales. Casos de estudio en San Luis Potosí. (RI)**  
 Evelyn Lizbeth Escalante Castilleja, Javier Flavio Viguera Gómez (evescalante2103@gmail.com)

La investigación se llevó de forma conjunta con el Instituto para Ciegos y Débiles Visuales Ezequiel Hernández Romo de la ciudad de San Luis Potosí que presta atención a más de 100 alumnos de aproximadamente 13 municipios del estado y sus alrededores. Se presentan experiencias donde se describen las trayectorias educativas de alumnos y exalumnos del instituto, quienes están siendo integrados a escuelas comunes. Sus trayectorias resultaron altamente similares. El objetivo es mejorar el aprendizaje matemático de ciegos y débiles visuales. Se pretende aportar información y recomendaciones a los catedráticos con estos alumnos de las formas posibles de enseñanza que se pueden aplicar en un aula matemática. Ante la problemática de costo, acceso y escaso material tanto tecnológico como didáctico que existe para su enseñanza, se realizó una propuesta que cubre gran parte del contenido de la materia de geometría analítica. La propuesta se aplicó a los alumnos de nivel medio superior del instituto; obteniendo resultados y observaciones de la misma.

**La demostración matemática en el aula: de una noción paramatemática al diseño de una ingeniería didáctica. (RT)**  
 Angelina Alvarado, María Teresa González Astudillo (aalvarado@ujed.mx)

En este reporte de tesis, se parte de la idea de que la demostración matemática no está considerada como objeto de estudio en los diferentes niveles educativos. Se desarrolla una investigación en torno a la forma de mejorar su comprensión por parte de los estudiantes, a través de una Ingeniería Didáctica enfocada en el análisis de los procesos por los cuales se produce una construcción social de tal conocimiento. A la luz del modelo teórico metodológico Abstracción en Contexto (Schwarz, Dreyfus & Hershkowitz, 2009; Dreyfus, Hershkowitz, & Schwarz, 2015), analizamos el flujo de conocimiento de un estudiante a otro en las interacciones en equipos y en las interacciones con el grupo completo apoyados por el profesor. Los alumnos construyen un conocimiento base compartido que les permite incorporar habilidades y sutilezas para realizar demostraciones matemáticas y comunicarlas. Consideramos que la propuesta es una alternativa para centrar a la demostración matemática como objeto de estudio y es un instrumento de investigación que permite: observar y documentar el aprendizaje y evolución de los estudiantes; localizar dificultades, obstáculos y errores que su aprendizaje conlleva y vislumbrar estrategias para mejorar el acceso democrático a las tareas de definir y demostrar.

**Problemas de reparto para la mejora de las fracciones. (RT)**  
 María Yareli Sánchez Guzmán, María del Rocío Juárez Eugenio (ma.yareli261194@gmail.com)

En México el Plan de Estudios (SEP, 2011) destina 10 horas semanales a la enseñanza de las matemáticas en tercer grado, siendo una de las asignaturas con mayor carga horaria; así las matemáticas son una piedra angular en la formación del ciudadano con las competencias necesarias para la vida. Sin embargo a nivel nacional hay problemas para la comprensión de ciertos temas de matemáticas resultando ser uno de ellos “las fracciones”, así lo demuestran algunos investigadores como Pruzzo (2012); Mejía (2012); Cortina, Zuñiga y Visnovska (2013); entre otros. El enfoque de las matemáticas, es la resolución de problemas, así lo plantea el Plan de Estudios actual, el propósito es que los alumnos desarrollen su pensamiento matemático y sean capaces de desenvolverse en la actual sociedad del conocimiento. En éste trabajo se muestran los resultados parciales de una investigación la cual pretendió demostrar que los problemas de reparto propiciaron un mejor aprendizaje de las fracciones. La metodología empleada fue la investigación-acción pues se implementó una propuesta pedagógica a partir de un “banco de problemas” cuyo propósito fue que los niños repartieran equitativamente diversos objetos; introduciéndolos así al concepto de fracción. Los resultados obtenidos hasta el momento muestran que cuatro de es diez niños lograron resolver los problemas de reparto correctamente e identificaron la fracción como representación del cociente de dos números.

#### **Construcciones elegantes y la versatilidad de GeoGebra. (CDV)**

*Aarón Aparicio Hernández (amersen@yahoo.com.mx)*

En esta plática haremos algunas construcciones geométricas elegantes, para ello utilizamos animaciones por computadora utilizando software libre (GeoGebra). La implementación y manejo de este software en el aula es fundamental para el fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes, ya que les permite conjeturar y desarrollar su intuición geométrica; además contribuye al desarrollo de otras habilidades para entender mejor los contenidos de otras asignaturas.

#### **Uso de la matemática en la ingeniería civil: el caso de las gráficas. (RT)**

*Manuel Alejandro Acosta Dueñas, José Iván López Flores (mannu\_182@hotmail.com)*

En este estudio se realizará un análisis del uso de la matemática que está presente en la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Zacatecas, específicamente en la materia de Estructuras Isostáticas que se da en cuarto semestre. Es de particular interés las gráficas de funciones lineales y cuadráticas que de manera continua aparecen en esta asignatura. Esta categorización de usos se hará a través de la teoría socioepistemológica y a través del análisis de las libretas de los alumnos. Mediante la revisión de literatura se encontró la problemática que existe en la enseñanza de las matemáticas para la ingeniería, por lo que nos llevó a la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué difieren los usos dados a la graficación en las materias del tronco común y los usos dados a la misma en las materias de especialidad que usan matemáticas? Con la hipótesis de que existe una ruptura entre los usos dados a la graficación de funciones lineales y cuadráticas en las materias de tronco común y de especialidad en la carrera de ingeniería civil de la Universidad Autónoma de Zacatecas, donde nuestro objetivo general es comparar los usos dados a la graficación de funciones lineales y cuadráticas en las materias de tronco común y de especialidad en la carrera de ingeniería civil de la Universidad Autónoma de Zacatecas, con los siguientes objetivos particulares: - Caracterizar los usos dados a la graficación de funciones lineales y cuadráticas en las materias de tronco común en la carrera de ingeniería civil de la Universidad Autónoma de Zacatecas. - Caracterizar los usos dados a la graficación de funciones lineales y cuadráticas en las materias de especialidad en la carrera de ingeniería civil de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Lo que buscamos encontrar, es identificar los usos que les dan los estudiantes a las gráficas que construyen en el análisis de vigas, con la finalidad de identificar la funcionalidad de dichos usos.

#### **Temas de geometría moderna y problemas de tangencia con uso de software dinámico. (RT)**

*Luis Alberto Oregel Morales, Armando Sepúlveda López (luis9816@hotmail.com)*

En este trabajo se presenta el análisis y construcción de problemas de Geometría Moderna con ayuda de software dinámico. Los problemas analizados son la construcción de una familia de circunferencias coaxiales y algunos problemas de tangencia de Apolonio los cuales involucran conceptos de la Geometría moderna como la potencia de un punto e inversión matemática.

#### **Aprendiendo matemáticas con los ojos cerrados. (RI)**

*Marco Antonio Soria Núñez (marco\_rona@hotmail.com)*

En este estudio se muestra una propuesta didáctica para abordar el contenido de perímetros y áreas de figuras planas regulares, con un alumno con discapacidad visual. Esta secuencia está conformada por 13 actividades, en las que a través de material manipulable, como ábaco Crammer, regleta y punzón, figuras planas de distintos materiales y texturas, escuadras especiales, plastilina, entre otros, el alumno aprenda e identifique conceptos como lado, vértice, base, altura, área y perímetro de una figura plana regular. También se tuvo como objetivo que diferenciara entre polígonos regulares e irregulares; que realizara las mediciones necesarias para el cálculo de perímetros y áreas de figuras planas regulares, utilizando su juego de geometría; que hiciera uso del ábaco Crammer como instrumento de apoyo para realizar los cálculos; que justificara la unidad de medida del área y la fórmula para calcular el área de un triángulo; que conociera la clasificación de los triángulos por la medida de sus lados; que aprendiera el concepto de cuadriláteros y la fórmula para calcular el área de algunos de ellos y que identificara la apotema como la altura de uno de los triángulos interiores de cualquier

polígono regular. Los resultados obtenidos muestran que el alumno logró identificar y calcular el área y el perímetro de figuras planas regulares, realizando los cálculos pertinentes y justificando la unidad de medida utilizada; esto a través del juego y la manipulación de material concreto, la motivación y la disposición del estudiante. Como docentes y parte esencial del proceso de formación, se debe contribuir a mejorar la calidad de la educación. En Matemáticas, la utilidad de recursos como material didáctico específico, fue una herramienta que permitió lograr en el alumno con discapacidad visual un aprendizaje significativo y permanente.

#### **Aproximación hacia una identidad científica por investigadores en Matemática Educativa. (RI)**

*Gilberto Alejandro Gutiérrez Banda, Rita Angulo Villanueva (gbx\_alejandro@hotmail.com)*

El quehacer o actividad que realizan los investigadores en Matemática Educativa (ME) en México en gran mayoría es desconocido por quienes quieren incidir en ella, alumnos en formación, o mismos investigadores de otras áreas, por lo que es necesario tener conocimiento de lo que produce esta disciplina, además de encontrar una aproximación a los elementos con los que investigadores en ME construyen un acercamiento hacia la constitución de una identidad científica propia, a partir de la pertenencia que tienen a comunidades de investigación. Presento los resultados del pilotaje de instrumentos que me acercan al objetivo de generar una aproximación hacia la comprensión de la identidad científica del investigador en ME, la cual supongo se construye a partir de las actividades que realiza, la pertenencia, trabajo y producción de una comunidad científica con diferentes intereses comunes en el campo y desarrollo correspondiente a la ME, a partir de entrevistas realizadas a investigadores en la maestría en ME de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ).

#### **Formas de pensar de los docentes al implementar ambientes colaborativos en el aula. (CI)**

*Verónica Vargas Alejo, César Cristóbal Escalante (vargas.av@gmail.com)*

Perspectivas teóricas como Modelos y Modelación (Lesh, 2012; Lesh y Doerr, 2003) señalan que la formación docente no es reducible a mostrar al profesor una lista de habilidades y procedimientos que un buen instructor utiliza ante situaciones particulares. La esencia del aprendizaje de los profesores y transformación de su práctica docente está en la creación y refinamiento continuo de sus formas de pensar sobre el conocimiento de la disciplina, los procesos de aprendizaje de los estudiantes, los conocimientos previos, la forma de seleccionar actividades, materiales y la forma de evaluar. Los docentes deben experimentar situaciones que les implique pensar e integrar experiencias pasadas, anticipar acciones y consecuencias, y por lo tanto alcanzar subsecuentes interpretaciones. Esto da lugar a preguntas como ¿Qué tipo de conocimiento y habilidades requieren los profesores para mejorar su práctica docente en el área de la enseñanza de las matemáticas? ¿Qué contenidos deben incluir los programas de formación docente y cómo deben estructurarse? En este artículo mostramos resultados parciales de un proyecto de investigación sobre el desarrollo de comprensión de los profesores al utilizar problemas en el aula que implican el uso de procesos de modelación por parte de los estudiantes para apropiarse del conocimiento matemático; es decir, los problemas no son ejercicios donde los estudiantes deban repetir algún esquema enseñado en el aula. En particular, usamos una actividad reveladora de pensamiento como base para la discusión de los docentes de lo que implica: aprender matemáticas en el aula, tipo de conocimiento matemático, cómo apoyar el desarrollo de conocimiento matemático en los estudiantes y, finalmente, cómo evaluarlo. Los profesores después de discutir y resolver el problema lo implementaron en el salón de clases en ambientes colaborativos y analizaron sus experiencias. La pregunta que guía la reflexión y análisis en esta ponencia es ¿Qué ciclos de comprensión mostraron los docentes al utilizar ambientes de aprendizaje colaborativos en el aula? Los profesores participantes en este estudio fueron estudiantes de posgrado en educación matemática; algunos de ellos en servicio y otros en formación. Los resultados muestran distintos niveles de comprensión (modelos) en los docentes en la medida que leen, implementan, discuten las actividades llevadas a cabo en el aula en el marco de la perspectiva teórica utilizada. Sin embargo, aunque no basta una experiencia para lograr la transformación docente, los docentes se ven motivados para reflexionar y mejorar su labor educativa.

#### **La trayectoria como modelo del movimiento bidimensional y armónico simple. (RT)**

*María Isabel Toribio, Zaida Melissa Ocampo Romero (isa\_0293@hotmail.com)*

Las prácticas de modelación son actividades recurrentes en múltiples comunidades. La problemática que aborda el presente proyecto es la vinculación entre lo escolar y lo no escolar. En dicho trabajo nos proponemos estudiar cómo es que modelan el movimiento bidimensional y el movimiento armónico simple estudiantes de nivel medio superior, qué herramientas matemáticas construyen y cómo argumentan la modelación de los movimientos, al utilizar diseños de aprendizaje; nuestra tesis principal es que los actores construyan herramientas cercanas y útiles para su quehacer no solo en la escuela sino también fuera de ella. Nuestro objetivo está centrado en mirar las prácticas escolares que los estudiantes ejercen como parte de su actividad humana, al construir el conocimiento matemático, analizar las prácticas del movimiento pendular y movimiento del tiro parabólico que se realizan en el bachillerato, deconstruir las prácticas, elaborar diseños de aprendizaje para modelar dichos movimientos y validar los diseños de aprendizaje propuestos. Se trabaja con el software llamado Tracker el cual les permite a los alumnos obtener datos reales y diversas gráficas de acuerdo a los tipos de movimientos ya mencionados y Geogebra para hacer ajustes y obtener modelos algebraicos. Nuestro planteamiento es que la modelación pueda establecerse como un puente que vincula estos dos escenarios, es decir, la vinculación entre lo escolar y lo no escolar. La modelación es, entonces, una práctica de articulación de dos entes, para actuar sobre uno de ellos, llamado lo modelado, a partir del otro, llamado modelo (Arrieta, Díaz, 2014). La perspectiva teórica con que se aborda la presente investigación es la

Socioepistemología la cual toma al sistema social como un sistema complejo, donde los humanos aprenden al ejercer prácticas. Los diseños de aprendizaje basados en la modelación del movimiento se elaborarán recurriendo a la metodología de la Ingeniería Didáctica (Farfán, 1997). Tomamos además como base la concepción de Arrieta: "los modelos matemáticos son algo más que ecuaciones, son también las gráficas y las tablas numéricas, y la interacción de estos a lo largo de la historia ha sido una práctica que está ligada a la construcción social del conocimiento". Finalmente deseamos dar a conocer los resultados obtenidos durante nuestra investigación.

**Bibliografía:** Farfán, R. (1997). Ingeniería didáctica. Un estudio de la variación y el cambio. Grupo Editorial Iberoamérica, México. Arrieta, J. y Díaz, L. (2014). Una perspectiva de la modelación desde la socioepistemología. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, vol. 18, núm. 1, marzo, 2015, pp. 19-48.

### **La integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: usos y funcionalidades en el currículum oficial del nivel secundaria.** (RT)

*Anahi Castro Delgado, Judith Alejandra Hernández Sánchez, Iván López Flores* (anahy1589@gmail.com)

Actualmente la tecnología ha evolucionado de forma considerable, en particular como una herramienta eficaz en el entorno social y científico. En el ámbito educativo existe un gran interés para que haya una integración que favorezca la competitividad de México a nivel internacional. Sin embargo hay estudios los cuales afirman que estamos lejos de tener una integración eficaz que cumpla con ante los propósitos planteados en la materia de matemáticas. Se tratará de responder las siguientes preguntas: ¿Qué variables inciden en su implementación? ¿Cómo identificar si se hace un uso razonado de la tecnología? ¿Cuáles son los usos, intencionalidades y alcances de la tecnología que se reconoce en el currículum oficial de matemáticas para el nivel secundaria? La siguiente ponencia tiene como finalidad el presentar los avances de un proyecto de investigación cuyo objeto de estudio es la pobre legitimidad didáctica de la tecnología (Artigue, 2000) en las aulas de matemáticas en México. El objetivo propuesto es caracterizar los usos y funcionalidades de la tecnología presentes en los planes y programas de estudio de matemáticas del Nivel Secundaria. Se considera que una variable institucional (Hitt, 2013) que podría estar incidiendo en un uso razonado de la tecnología son las decisiones institucionales vertidas en los planes y programas de estudio los cuáles de alguna manera realizan propuestas y sugerencias de las tendencias y alcances que podría tener la tecnología en los aprendizajes de las matemáticas dentro de las aulas mexicanas. La hipótesis de investigación es que en los programas de matemáticas del Nivel Secundaria se potencia un uso técnico e informático más que didáctico de la tecnología. Lo que de alguna manera incide en las decisiones del profesor al momento planear la forma en la que se piensa hacer uso de la tecnología en su práctica docente. Para lograr el objetivo de esta investigación se propone la construcción de un marco conceptual que nos permita delimitar los usos y funcionalidades establecidos en los resultados de la investigación. Lo anterior se constituye en la primer fase del análisis de contenido establecido por Bernette (2013), finalmente se proponen las otras dos fases de la metodología que consisten en la extracción de datos y la explotación de los mismos. A continuación se presentan los primeros avances de este proyecto y los cuáles consisten en la revisión de antecedentes en torno a la problemática central del cual se deriva el problema que será el centro de nuestro estudio y que ha permitido justificar la pertinencia del proyecto que aquí se presenta. Otro resultado parcial es una propuesta inicial de lo que será parte de nuestro marco conceptual y el cuál será perfeccionado a lo largo de la investigación y el lugar que ocupa este marco conceptual dentro del marco metodológico propuesto por Bernete (2013). Para lograr caracterizar la integración de la tecnología a la educación secundaria delimitando a la asignatura de matemáticas, es necesario analizar la utilidad de ésta en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Gamboa (2007), nos habla de las diferentes formas en las que se ve enriquecido el proceso de resolución de problemas entre ellas se resaltan las siguientes: permite a los estudiantes analizar casos, conjeturar, facilidad para la observación de fenómenos presentes, etc. Sin embargo el solo uso de la tecnología no garantiza cumplir con los aprendizajes esperados de cada tema. Según Hitt (2013), citando a Artigue (2000), menciona que existen variables que inciden directamente en la implementación de la tecnología en la educación y estas son de corte cognitivo, económico, social e institucional. Sin embargo existen problemas en cuanto a la integración ya que hay un sobre valor pragmático de las técnicas en detrimento con el valor epistémico del contenido matemático, Artigue (2007). En esta situación la tecnología debe atender al equilibrio entre estas dos partes para que en realidad se haga un uso razonado y favorezca a una legitimidad didáctica en el aula de matemáticas. Algunos de los factores de los cuales depende la integración de la tecnología son el uso y la funcionalidad que se le dé a las diferentes herramientas tecnológicas, tomando en cuenta que el plan y programa de estudios es una de las principales herramientas para guiar al profesor en el proceso ¿cuáles son las sugerencias que tienen los docentes para planear clases de matemáticas utilizando tecnología? En este tema Hernández, Borjón y Torres (en prensa) a partir de las dimensiones descritas por McFarlane et al. (2000) citado en Rojano (2003) realizan una categorización relacionada con los usos y funcionalidades presentes en diferentes planes curriculares a nivel superior, se establecen las siguientes: informático, técnico, didáctico-tecnológico. En este trabajo de investigación pretendemos establecer parámetros para la categorización de los usos y las funcionalidades de la tecnología en matemáticas presentes en el plan y programa de estudios 2011 de secundaria, con el fin de describir la integración que hay a nivel educativo y hacer evidente la congruencia entre lo que se le pide al profesor como agente didáctico para alcanzar los propósitos esperados y las herramientas que se le sugiere utilizar para llegar a éstos. **Referencias Bibliográficas:** Artigue, M. (2000). Instrumentation issues and the integration of computer technologies into secondary mathematics teaching. In Proceedings of the Annual Meeting of GDM (pp. 7-17). Potsdam, Germany. <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/e/gdm/2000> Artigue, M. (2007) Tecnología y enseñanza de las matemáticas: desarrollo y aportaciones de la aproximación instrumental. En E. Mancera y C. Pérez (Eds.), Historia y Prospectiva de la Educación Matemática, Memorias de la XII Conferencia Interamericana de Educación Matemática, pp. 9-21. México: Edebé Ediciones Internacionales. Bernete, F. (2013). Análisis de contenido. En A. Lucas, & A. Noboa (Eds.), Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de los datos (pp. 221-261). Madrid, 2013.

Gamboa, R. (2007). Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática, 2, 3, 11-44. Hernández, J., Borjón, E., & Torres, M. (2015). La presencia de la Tecnología en la formación inicial de los profesores de matemáticas del nivel medio superior. (Trabajo para la conferencia AMIUTEM) Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Hitt, F. (2013). ¿Qué tecnología utilizar en el aula de matemáticas y por qué? Revista Electrónica AMIUTEM, 1, 1, 1-18. Rojano, T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en matemáticas y ciencias en escuelas secundarias públicas de México. Revista iberoamericana de Educación.

#### **Grupo de divulgación de las Matemáticas "Matemorfosis". (CDV)**

*Mariana Carnalla Cortés* (mariana@ciimat.mx)

El tema principal de la plática será sobre la experiencia de fundar un grupo de divulgación enfocado solo en matemáticas. Se dará un panorama general de los programas que tenemos y los tipos de talleres que impartimos. Hablaremos de los distintos públicos a los que nos enfrentamos y como hemos aprendiendo sobre la marcha. Dentro de los objetivos que se persiguen dentro del grupo son el desarrollo de proyectos para la promoción de la divulgación, a partir de talleres, stands y pláticas dirigidos a estudiantes de todos los niveles de educación y al público en general. De igual forma, se quiere hacer conciencia social dentro de la comunidad matemática sobre la importancia de la divulgación y promover la participación activa de investigadores y estudiantes. Se busca promover lo que hace un matemático en cuestión de educación, investigación científica, y de vinculación con la sociedad y con la industria, mediante la solución de problemas. Y por último, se busca la profesionalización de la divulgación matemática dentro del Centro de Investigación en Matemáticas.

#### **El condicional en la lengua de señas mexicana (LSM). (CI)**

*Elizabeth Becerra Ramos, Ricardo Quintero Zazueta* (ebecerra@cinvestav.mx; quintero@cinvestav.mx)

El razonamiento matemático no se lleva a cabo enteramente en una lengua natural, sino que utiliza sus propias representaciones y sistemas de signos. La lengua natural se utiliza como metalenguaje para el razonamiento matemático y en principio cualquier lengua natural podría desempeñar esta función, inclusive las lenguas de señas. Una de las principales dificultades que enfrentan las personas sordas es la adquisición de la lengua escrita, pero su avance en áreas como las matemáticas no tendría que estar directamente subordinado a su avance en el español escrito. Pensamos que podrían desarrollarse instrumentos culturales para acceder sistemas de signos y al conocimiento matemático, mediados con la LSM, que a su vez es el principal instrumento cultural de la comunidad sorda (Cruz, 2008; Fridman, 1999) Pero, no es suficiente tener una competencia lingüística en LSM para poder generar dichos instrumentos, se necesita investigación para una mejor comprensión de los constructos de la LSM. Para Sánchez (1993) el lenguaje constituye la base empírica de la lógica formal, y la relación que la lógica formal pueda guardar con la realidad no es directa, sino que esta mediada por el lenguaje. Teóricamente en el proceso de conocimiento podemos diferenciar dos aspectos: un aspecto sensorial y un aspecto racional. Cada uno se da de formas diferentes. El conocimiento sensorial se da por sensaciones, percepciones y representaciones, mientras que el conocimiento racional por conceptos, juicios y razonamientos. Entre las modalidades de este último podemos señalar el razonamiento racional discursivo, algunas de cuyas características son: Su mediatización, en muchos casos por parte de los sentidos; su capacidad generalizadora; y que esta intrínsecamente ligado al lenguaje, el cual fija, guarda y transmite dicho conocimiento. Como se dará entonces, el conocimiento racional mediado por una lengua viso-gestual-somática que depende de lo sensorial. Conjeturamos que analizar la LSM desde la lógica matemática puede darnos las pautas para construir los instrumentos antes descritos y entender parte del conocimiento racional mediado por la LSM. Por ejemplo, es necesario investigar la manera en que se manejan conectivos e implicaciones lógicas, cuáles y como son las estructuras lógicas en la LSM. Hasta el momento hemos explorado las formas habituales de expresar el condicional en LSM. Posteriormente analizamos una traducción a vista en LSM. Encontramos que si bien existen señas o componentes gramaticales que parecen diferenciar el antecedente del consecuente, expresan ambigüedad lógica, mientras que la utilización de algunas señas parece denotar más una necesidad lógica de la conclusión. Referencias Bibliográficas Cruz, M. (2008). Gramática de la lengua de señas mexicana. Tesis doctoral, COLMEX, México. DIESEME I, (2004) Diccionario español- LSM. Estudio introductorio al léxico de la LSM. Fridman, B. (1999). La comunidad silente de México. En Viento del Sur (No. 14, marzo 1999), México, D.F. Sánchez, J. (1993) Forma Lógica Aspectos Metodológicos, CONTACTOS. 10, 50-61.

#### **Actividades didácticas en ambiente de geometría dinámica para profesores de secundaria. (CDV)**

*Ana Guadalupe del Castillo Bojórquez* (acastillo@mat.uson.mx)

Se presenta una experiencia de diseño de actividades didácticas apoyadas con el uso de GeoGebra dirigidas a profesores de secundaria. Estas actividades forman parte del material didáctico del Programa de Especialidad en Uso Didáctico de la Tecnología Digital para la Enseñanza de las Matemáticas elaborado para el Centro Regional de Formación Docente e Investigación Educativa del Estado de Sonora (CRFDIES) por profesores de la Universidad de Sonora. Las actividades corresponden a un curso inicial, se ubican en el área denominada Pensamiento Geométrico, y se enfocan en los procesos de construcción, visualización y justificación en Geometría. Se pretende promover una forma diferente de estudiar algunos contenidos de la Geometría de secundaria, para una posterior reflexión sobre la forma de aprenderlos y de enseñarlos. Así, por ejemplo, se sugieren actividades iniciales que llevan a contrastar el dibujo frente a la construcción de figuras con software de Geometría Dinámica, de tal manera que permitan identificar propiedades y relaciones

geométricas, para convertir la construcción de figuras en un medio para integrar y adquirir nuevos conocimientos, comunicar estrategias diversas, reconocer sus alcances y sus límites. Asimismo, se presentan ambientes con GeoGebra que posibiliten la exploración y la formulación de conjeturas, y que fomenten la organización de razonamientos que permitan producir argumentos cada vez más sólidos.

**El uso de herramientas digitales en el estudio de funciones y el desarrollo de competencia matemática para la enseñanza.** (RI)  
*María del Carmen Olvera Martínez (com.1518@gmail.com)*

Se reporta una investigación de corte cualitativo, en la cual se analizan y documentan las formas de razonamiento que desarrollan profesores de matemáticas de bachillerato al abordar y resolver actividades relacionadas con el estudio de funciones. En los procesos de solución se destaca el uso sistemático y coordinado de tecnologías digitales como Internet, sistemas de geometría dinámica y hojas electrónicas de cálculo. Asimismo, se reporta la manera en que el trabajo con este tipo de actividades promueve el desarrollo de habilidad matemática, actividad matemática y trabajo matemático para la enseñanza que representan elementos clave para el desarrollo de competencia matemática para la enseñanza. En el estudio participaron ocho profesores que laboraban en el nivel bachillerato y cursaban un programa de maestría en Matemática Educativa. Se diseñaron cinco actividades en las que los participantes tuvieron oportunidad de revisar, ampliar y aplicar conceptos e ideas relacionadas con la definición de función, covariación y tasa de cambio, familias de funciones y modelización, combinación y transformación de funciones y múltiples representaciones de funciones. Los resultados muestran que la construcción y exploración de los modelos dinámicos de los problemas permitieron que los profesores dieran significado, analizaran e identificaran propiedades, patrones y relaciones de los objetos y contenidos matemáticos involucrados en las actividades a través de múltiples representaciones. El uso coordinado de las tecnologías digitales permitió que los profesores desarrollaran formas de razonamiento que reflejaban un tránsito de lo empírico a lo formal, pues formularon conjeturas a partir de argumentos visuales y los integraron con argumentos geométricos y acercamientos algebraicos para justificar las conjeturas. Los participantes reconocieron que el uso de herramientas digitales ofrece nuevas rutas para representar, explorar y resolver problemas. Además, las formas de representar y explorar los conceptos y soluciones resultaron importantes en el esbozo de posibles caminos relacionados en el diseño e implementación de escenarios de enseñanza que incorporan el uso sistemático de tecnología digital.

**Análisis y diseño de actividades para el aprendizaje de las matemáticas en educación básica.** (RI)  
*Rodrigo Cambray Núñez, Cristianne Butto Zarzar, Guadalupe González Trejo, Joaquín Delgado Fernández (rcnroc@yahoo.com.mx)*

Se reportan resultados de un proyecto de investigación, apoyado por el Prodep de la SEP, que trata sobre el diseño y la evaluación de actividades mediadas por el uso de tecnologías digitales para el aprendizaje de las matemáticas con estudiantes y profesores de educación básica de la Ciudad de México. En el desarrollo de este proyecto de investigación se ha puesto énfasis en los siguientes temas de la educación primaria (5.o y 6.o grados) y de la educación secundaria (principalmente 1.er grado): 1) sistemas de numeración, 2) fracciones decimales, y 3) sucesiones. Estos temas son objeto de análisis en este proyecto con base en: 1) análisis de las matemáticas escolares, 2) relaciones entre historia de las matemáticas y aprendizaje de las matemáticas, y 3) uso de tecnologías digitales en el aprendizaje de las matemáticas. En las primeras dos etapas del proyecto se analizaron las características e interrelaciones de actividades que actualmente se proponen en libros de texto y otros materiales educativos, así como su nivel de profundización, en cuanto a los tres temas implicados. Los productos de este proyecto, principalmente las actividades mediadas por el uso de tecnologías digitales montadas en plataforma, servirán para apoyar la práctica pedagógica de maestros de educación básica fomentando sus habilidades en el diseño y el manejo de tecnologías digitales para fortalecer el pensamiento matemático de los alumnos.

**Calculo fraccional.** (CDV)  
*Anthony Torres Hernandez, Fernando Brambila Paz (anthony.torres@ciencias.unam.mx)*

La enseñanza del cálculo diferencial se ha hecho de manera convencional por mucho tiempo introduciendo al estudiante en las nociones del operador derivada elevado a potencias enteras. La matemática educativa tiene muchos artículos en los que estudian la derivada Entera. En esta platica introduciremos el concepto de derivada fraccionaria, sus propiedades y sus aplicaciones para poder hacer matemática educativa en esta nueva área. Las derivadas fraccionaria han dado en los últimos años una cantidad de aportaciones de gran utilidad en múltiples áreas como matemáticas, finanzas y física, por lo que se propone introducir al estudiante en el cálculo fraccional y después analizar las condiciones para las cuales se recuperan los resultados del cálculo diferencial convencional.

**Los procesos multidisciplinarios e interdisciplinarios, aplicados a problemas reales y a la educación matemática, a través de una secuencia didáctica formativa.** (CDV)  
*Raymundo García Zamudio (ragaza47@yahoo.com.mx)*

Los procesos de globalización, la internacionalización de las economías, los cambios acelerados en el desarrollo científico y tecnológico; la insuficiencia de una disciplina para implementar acciones para prevenir el daño y destrucción del medio ambiente, la especialización de las ciencias sin puentes clarificados entre ellas, la pérdida de valores y costumbres sociales; estos y otros fenómenos naturales y sociales requieren de nuevos planteamientos y acuerdos colectivos para asegurar la intervención multidisciplinaria o interdisciplinaria o en un futuro transdisciplinaria, para atender todos estos procesos y en particular los procesos educativos en matemáticas. Se

requiere reformular nuestro sistema educativo, y buscar mecanismos para que las prácticas docentes abandonen los viejos estilos de enseñanza tradicional, qué a pesar de todo, se sigue dando y deban orientarse a las corrientes constructivistas más actuales, cómo la corriente socioformativa en la dirección del pensamiento complejo de Edgar Morin. ¿En la realidad es viable en lo educativo un proceso interdisciplinario?, la teoría socioformativa considera que el enfoque de la corriente del pensamiento sistémico complejo es la metodología que puede permitir una aproximación al proceso multidisciplinario e interdisciplinario y llevarse a cabo en la práctica educativa. La historia que existe en el proceso educativo, con el termino interdisciplinario también se da en la investigación interdisciplinaria, una búsqueda en Internet en nuestro país ha permitido encontrar un sin número de Institutos, Centros, programas Educativos, proyectos de investigación que se autodefinen como Interdisciplinarios, pero en la práctica ninguna de estas organizaciones justifica el término empleado, ni tampoco la descripción de sus actividades interdisciplinarias, en algunos casos declaran que se involucran dos o más disciplinas. La UNAM ha creado una Unidad Multidisciplinaria (UMDI-FC-J) en Juriquilla como parte de la Facultad de Ciencias, en ella se realizan estudios de Biodiversidad, Zona Geocrítica y Sustentabilidad Ambiental, Sistemas Físicos y Geobiológicos, Matemáticas discretas y sistemas dinámicos, tomando como eje que une a las Ciencias de la Tierra y la Tecnología, como aproximación multidisciplinaria, se pretende entender al planeta, como un sistema complejo formado por el agua, el aire, la tierra, la biota y las interrelaciones entre los mismos, así como la interacción entre el planeta y los demás cuerpos del sistema solar. Su formación científica básica, requiere de Biología, Física, Geología, Matemáticas, Química y una visión integral de los sistemas terrestres, incluyendo su evolución histórica. En Ciudad Universitaria se creó el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), con la intención de enfrentar problemáticas en complejidad, multidisciplinaria o interdisciplinaria o transdisciplinaria. El C3 representa una forma diferente de realizar investigación científica en México y en la UNAM, enfrenta problemas de frontera e interdisciplinarias, en él colaboran instituciones de la UNAM, el IPN, UAM, y la UACM. Las Ciencias de la Complejidad es un campo de investigación nuevo, a mediados de los 70's llega a México, los pocos investigadores aún están dispersos en la nación y en el ámbito internacional. los programas de investigación del C3 son: complejidad y salud pública, biología celular, ecología y ciencias ambientales, ciencias de los datos e inteligencia computacional y complejidad social. Los temas de investigación básica y aplicada son: Chagas e influenza, factores causales, alarma temprana y posible prevención de males complicados como la diabetes tipo 2, cáncer; causas y prevención de conflictos socio-ambientales, como la problemática del agua; redes complejas y tecnologías inteligentes. ¿Cómo tratar un proceso educativo como una totalidad?, ¿Cómo asegurar la colaboración de los participantes de las diversas disciplinas, con distintos antecedentes académicos y diferencias en las terminologías que emplean o cuando los términos coinciden o en las diferencias en conceptos, cuando se desarrolla un proyecto? Alcanzar tales ideales requiere reconocer que la práctica educativa es un proceso que se debe enfocar desde el pensamiento sistémico- complejo y que en las investigaciones contempladas en la UMDI-FC-J y en el C3, aún no ha sido considerada como un proceso educativo y mucho menos para aplicarse en los niveles MS o S. Las secuencias didácticas interdisciplinarias motivo de esta plática, se considera como un primer paso de aproximación a la cooperación interdisciplinaria y del proceso de aprender a aprender; se pretende inducir un cambio de cultura en el proceso educativo, y de ahí inducir al estudiante a un proceso multidisciplinario o interdisciplinario a través de problemas en contexto reales. La metodología de las secuencias didácticas formativas toma en cuenta lo siguiente: a) Problema real en contexto, b) competencias a formar (saber: conocer, hacer y ser), c) actividades concatenadas, d) evaluación, e) proceso metacognitivo, f) recursos de aprendizaje. Ruta de exposición: Edgar Morin y su pensamiento complejo, presentación de la secuencia didáctica, reflexionar con los participantes ejemplos interdisciplinarios, conclusiones.

#### **Argumentación, demostración y conocimiento en matemáticas. (CI)**

*César Cristóbal Escalante, Verónica Vargas Alejo (cescrist@gmail.com)*

En las últimas décadas tanto en el ámbito curricular como en de la investigación educativa se ha enfatizado el papel de la demostración o prueba matemática en la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina en los diferentes niveles educativos, particularmente en los niveles medio superior y superior. El papel de la demostración o prueba ha sido importante en el desarrollo del conocimiento matemático, desde la Geometría Euclidiana hasta las matemáticas formales basadas en la Teoría de Conjuntos y la deducción de inicios del siglo XX. Como bien se observa en Aleksandrov et al (1985) "... ningún teorema pertenece definitivamente a la matemática hasta que no ha sido rigurosamente demostrado por un razonamiento lógico" (p.19). Sin duda que el uso de abstracciones y el rigor con el que sustentan sus resultados son rasgos característicos del quehacer matemático, pero no exclusivos, pues en toda actividad relacionada con desarrollo de conocimiento estos aspectos también son importantes. Para comunicar sus ideas a otros, toda persona debe dar elementos que sustenten sus afirmaciones y convencerlos (y a él mismo) de su veracidad utilizando representaciones de los conceptos y de sus relaciones y propiedades. Si asumimos que una argumentación es un conjunto de hechos, afirmaciones, evidencias que se utilizan para sustentar una afirmación y convencer a otros (o a uno mismo) de la veracidad de una afirmación (Duval, 1993). Por demostración (matemática) entendemos un tipo de argumentación donde los argumentos o evidencias se toman dentro de un sistema axiomático (dentro de las matemáticas) que es aceptado por una comunidad (Godino y Recio, 2001). El proceso de desarrollo de conocimiento por la sociedad y por cada individuo, es un proceso que implica el desarrollo de sistemas conceptuales o modelos, que son utilizados para describir, explicar, comunicar, pronosticar situaciones o fenómenos. Estos sistemas conceptuales se van transformando e integrando con otros para formar nuevos sistemas conceptuales, que son más robustos e integrados, conformando lo que denominamos teorías. Los sistemas conceptuales no están integrados únicamente por conceptos, sino también por reglas de relación entre esos conceptos y entre esas reglas y propiedades (Lesh y Doerr, 2003). Desarrollar la habilidad de las personas para sustentan o evaluar la validez de proposiciones es un objetivo educativo. El desarrollo de la comprensión y el manejo de las formas de argumentación axiomático deductivas está ligada al desarrollo de experiencias, conocimientos y habilidades argumentativas generales, que van siendo refinadas

de acuerdo con las experiencias y conocimientos desarrollados (Godino y Recio, 2001). La resolución de problemas diversos en un curso o asignatura permite la reflexión y la sistematización de conceptos y propiedades entre ellos. Se describen aquí como estudiantes de nivel licenciatura desarrollan y refinan su habilidad para argumentar afirmaciones y su comprensión de los conceptos involucrados. Aleksandrov, A.D., Kolmogorov, A. N., Laurentiev M. A. et al (1985). La matemática: su contenido, métodos y significado. Alianza Editorial. Madrid. Duval, R. (1993). Argumenter, démontrer, expliquer: continuité ou rupture cognitive? *Petit x*, 31, 37- 61 Godino, J. D. y Recio, A. M. (2001). Significados institucionales de la demostración. Implicaciones para la educación matemática. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 405-414. Lesh, R. and Doerr, H. M. (Eds.) (2003). *Beyond Constructivism. Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching.* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Mahwah, NJ

#### **Estudio socioepistemológico del Teorema de Bayes. (CDV)**

*Cristian Guadalupe Paredes Cancino, Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza (cristian.paredes@cinvestav.mx; rcantor@cinvestav.mx)*

Este trabajo tiene como fin presentar los inicios de una investigación interesada en el análisis de la construcción social del Teorema de Bayes presente en el desarrollo de la Probabilidad. La investigación se desarrolla y enmarca en la Teoría Socioepistemológica, en la cual se considera la perspectiva histórica, para analizar los constructos presentes en las obras de Bayes y Laplace, quienes con sus trabajos llegan a deducir el teorema que conocemos actualmente como "Teorema de Bayes". Nuestro objetivo en este trabajo es problematizar este conocimiento matemático y brindar otro significado desde el uso que estos matemáticos le dieron y que se encuentran presente en sus obras.

#### **La contextualización de problemas como estrategia efectiva para la enseñanza de las matemáticas. (CDV)**

*Gilberto Varela Carmona, Gilberto Varela Carmona (g\_varela\_c@hotmail.com)*

La renovación del poder Legislativo del Estado Libre y Soberano de Tlaxcala se lleva a cabo cada tres años según lo marca la Constitución de esta entidad en su Título IV, Capítulo II, Artículo 38, lo cual hace que en el estado haya actividad política de los diferentes partidos políticos, autoridades electorales y de la sociedad en general. Y si bien es cierto que la población se entera de que se llevan a cabo estos comicios electorales, ya sea por radio, televisión, periódico, comentarios, etc. y además conocen de su derecho y obligación de votar, aun así la participación a la hora de sufragar es baja. ¿Pero los ciudadanos que emiten su sufragio que tanto saben del Poder Legislativo Local? Ya no se piense en aquellas personas que hacen caso omiso de este tema pues su propia apatía hace que desconozcan con mayor razón preguntas como: ¿cuál es la principal función de un diputado local?, ¿cuántos diputados conforman el Congreso Local?, ¿cómo se eligen los diputados locales?, entre otras. La pregunta clave que originará el estudio de la parte matemática en la unidad de aprendizaje Matemáticas Financieras del plan de estudios de la Licenciatura de Ciencias Políticas y Administración Pública de la Universidad Autónoma de Tlaxcala es: El Estado de Tlaxcala, está conformado por diecinueve distritos electorales y por cada uno de ellos se elige un diputado local. Si el Congreso Local está integrado por treinta y dos diputados, ¿sabe usted como son electos los trece diputados restantes? ¿Cómo?

#### **Enseñando los números naturales (ordenar, contar y las operaciones aritméticas) a niños de 3 a 8 años. (RI)**

*Alejandro Maravilla Cruz, Eugenio Filloy Yagüe (yoalemac@yahoo.com)*

El presente estudio cualitativo, trata de una propuesta de modelo de enseñanza de las operaciones aritméticas en el nivel preescolar y los primeros tres grados de primaria, retomando como conocimiento previo, la construcción de los números naturales con el modelo formal de von Neumann. Conforme los alumnos van construyendo los números naturales con un modelo concreto, a la par, desarrollan dos procesos más: el primero implica un lenguaje que, necesariamente, utiliza procesos semióticos, una vez construidos, y el segundo proceso va implícito con la construcción de los ordinales y cardinales, al colocarlos en orden, van construyendo la recta numérica, donde pueden identificar de manera precisa los ordinales, obviamente, y los cardinales. Ahora, una vez construida la recta numérica, puede usarse con otra finalidad, la aritmética. La recta numérica puede llegar a cualquier ordinal o cardinal, lo importante es el uso constante que hace el docente con dicho recurso.

#### **La modelación matemática del sonido. (CDV)**

*Raquel Hernández Meneses, Remedios Soriano Velasco, Marisol Sandoval Rosas (raquelhmeneses@gmail.com)*

El sonido es un fenómeno al que estamos expuestos todos los días, producido tanto por fuentes sonoras naturales (el viento, lluvia, truenos, etc.) como artificiales (motor de un auto, herramientas y maquinaria de construcción y producción, etc.). Proponemos una práctica en la que, haciendo uso de TIC y material impreso, el alumno se familiarice con el concepto, sus características, y qué le ayude a comprender su modelación matemática, así como el impacto y repercusión en la salud del ser humano. Como producto final de la práctica el alumno deberá elaborar una monografía que de cuenta tanto de sus acciones como de sus reflexiones.

#### **El conocimiento especializado del profesor de matemáticas, ¿qué es y cómo podría usarse en la formación de profesores? (CI)**

*Leticia Sosa Guerrero (lsosa19@hotmail.com)*

En la conferencia se comentarán algunos aspectos referentes al surgimiento del modelo del conocimiento especializado del profesor de matemáticas, posteriormente se presentará el modelo en sí y enseguida se abordarán algunos ejemplos del uso del modelo en la formación de profesores de matemáticas (futuros profesores de matemáticas y profesores en servicio), al realizar la planeación de un diseño de enseñanza de un tópico matemático concreto, la puesta en acción de dicha planeación y la elaboración de una propuesta de mejora. Finalmente se mostrarán algunos resultados y comentarios finales en cuanto a las bondades del modelo en la formación de profesores de matemáticas.

**Estudio socioepistemológico del teorema de existencia y unicidad en las ecuaciones diferenciales ordinarias. (CI)**

*Rodolfo David Fallas Soto, Ricardo Arnoldo Cantoral Uriza (rdfallas@gmail.com; rcantor@cinvestav.mx)*

Este trabajo corresponde a las aportaciones obtenidas de un trabajo de investigación realizado, sobre la evolución del teorema de existencia y unicidad desde un enfoque socioepistemológico. Se analizan las aportaciones de las obras originales de (Cauchy & Moigno, 1844), (Lipschitz, 1880), (Picard, 1886), y Peano (Peano, 1890) como parte de la problematización y la génesis de este conocimiento, y su evolución, esto desde el punto de vista de la Socioepistemología. Con esta investigación realizada se rescata lo esencial de las obras matemáticas estudiadas, para dar así una aportación en el estudio de este teorema.

**Negociación de significados: decisiones de profesores de estadística en el nivel superior. Un estudio de caso para el cálculo de probabilidades. (CI)**

*Beatriz Adriana Rodríguez, Isaías Miranda Viramontes (betyrogo9@hotmail.com)*

El estudio tiene como objetivo analizar y estudiar cómo los procesos de negociación de significados: participación y cosificación influyen en la práctica de enseñanza del profesor de estadística mediante un estudio de caso de cálculo de probabilidades. En esta investigación se propone la utilización de una perspectiva social de aprendizaje propuesta por Wenger: Comunidades de Práctica. Wenger (1998) define una comunidad de práctica como un grupo de personas reunidas de manera informal que comparten su experiencia, su conocimiento y su pasión por algo en particular de forma natural y creativa. Es así que del empleo de las comunidades de práctica subyace el concepto de negociación de significado que el autor utiliza para caracterizar el proceso por el que experimentamos el mundo como algo significativo. Este concepto será utilizado para el análisis de los procesos de participación y cosificación de profesores de estadística. El trabajo que se presenta es de tipo cualitativo. La elección de la metodología se debe a las características de la teoría de comunidades de práctica que es utilizada para llevar a cabo el análisis de los datos. Ésta teoría social cuyas principales categorías de análisis son la participación y la cosificación puede estudiarse por medio de la observación directa del fenómeno que analizaremos. La investigación hace un análisis de la negociación de significados de los profesores fuera del aula (reuniones de academia) y su influencia en la enseñanza del cálculo de probabilidades en un evento realizado por los docentes de estadística que es llamado feria de probabilidad. Los sujetos de estudio son los profesores de estadística de la Universidad Politécnica de Zacatecas y 60 estudiantes del área de Negocios Internacionales.

**La ilusión de la linealidad en problemas de área, volumen y con falta de autenticidad. (RT)**

*Roberto Sánchez Sánchez, José Antonio Juárez López (rtgr\_16@hotmail.com)*

El presente avance de investigación muestra una visión general de las tendencias de los alumnos al resolver problemas de área, volumen y falta de autenticidad en donde se hace presente la ilusión de la linealidad. Uno de los ejemplos más comunes de un comportamiento corrompido en la resolución de problemas matemáticos es la fuerte tendencia de los alumnos a aplicar métodos proporcionales a los problemas de valor faltante, incluso en problemas en los que es cuestionable o claramente inadecuado. En muchas ocasiones los alumnos resuelven problemas matemáticos ignorando su conocimiento realista o tienden a generalizar en problemas de área y volumen debido a la excesiva dependencia de la linealidad; es importante el análisis de este tipo de razonamiento de los estudiantes pues ello puede tener implicaciones educativas futuras.

**El saber matemático de los docentes de telesecundaria del estado de Tlaxcala. Una aproximación socioepistemológica. (RT)**

*Alfredo Paredes Paredes, Gloria Angélica Valenzuela Ojeda, José Antonio Juárez López (alparedes2008@hotmail.com)*

En esta ponencia se presenta un informe de investigación en la modalidad de Telesecundarias del estado de Tlaxcala. El interés se enmarca en el campo de la Matemática Educativa desde la perspectiva de la Socioepistemología. Se trata de un acercamiento para conocer la práctica social presente en el saber matemático de los docentes, lo cual puede dar pauta a investigaciones futuras y al planteamiento de estrategias didácticas originales para y desde dicha modalidad.

**El desafío de desarrollar materiales audiovisuales como medio didáctico para la formación de matemáticos en la modalidad a distancia. (CDV)**

*Carlos Alberto Serrato Hernández, Adriana Varela Candía (cash@ciencias.unam.mx)*

En la Universidad Abierta y a Distancia de México (UnADM) se ofrece la carrera de Matemáticas en la modalidad a distancia, siendo la única institución pública en el país en ofrecer ese programa educativo en esa modalidad, lo cual ha significado un reto en

el diseño de materiales didácticos. También se ofrece desde este año la carrera de Enseñanza de las Matemáticas en la modalidad a distancia, dirigida a profesores de los niveles secundaria, medio superior e ingenierías. La educación a distancia se caracteriza por el hecho de que los estudiantes generan su propio aprendizaje, es decir, que son autogestivos. Por otro lado, la teoría constructivista señala que los estudiantes deben generar su propio conocimiento y plantea la necesidad de utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Para ello, en este proyecto hemos considerado la utilización de diferentes materiales audiovisuales tales como videoclases, videoexperimentos –donde se plantean actividades prácticas que involucran la aplicación de las matemáticas en problemas reales–, animaciones, entrevistas, testimonios, ponencias y podcast. Dichos materiales, pese a ser distintos y perseguir diversos objetivos específicos, cuentan con características generales, que permitirán obtener productos de calidad, tales como la coherencia y relación entre los contenidos, imagen y sonido utilizados, presentar contenido actual, veraz y claro, calidad en audio, video e imagen, utilización de efectos visuales y musicalización sin sobrecargar y generar distracción, cuidado el tiempo destinado para cada uno de ellos –no ser tan corto como para que no se entienda la idea ni tan largo con información poco relevante que sature al estudiante–. Con lo anterior se busca obtener herramientas que enriquezcan el proceso de formación y contribuyan a la generación de aprendizaje significativo despertando la curiosidad del estudiantado. Al ser la UnADM una institución incluyente se cuida en todo momento que los materiales sean accesibles a personas con alguna discapacidad. Para desarrollar los materiales audiovisuales se diseñó un procedimiento que involucra la colaboración de los docentes de las carreras, asesores metodológicos, personal de comunicación educativa, y el coordinador de los programas educativos, con el apoyo del área de producción multimedia de la Universidad. El procedimiento busca optimizar los recursos disponibles para generar contenidos de calidad en temas clave para los estudiantes.

#### **Bases psicológicas para el aprendizaje temprano de la noción de relación funcional. (RI)**

*Ulises Xolocotzin, Teresa Rojano Ceballos (Ulises.Xolocotzin@cinvestav.mx)*

Se presentarán resultados de un proyecto dedicado a identificar habilidades cognitivas que podrían sostener un acercamiento a la noción de relación funcional durante la educación primaria. Dicha identificación contribuye al creciente interés por integrar el álgebra en el currículum de ese nivel escolar. Numerosos estudios sugieren que es plausible introducir la enseñanza de nociones algebraicas desde edades tempranas. Sin embargo, las investigaciones sobre los aspectos de maduración cognitiva de estudiantes muy jóvenes y su relación con la naturaleza abstracta del pensamiento algebraico aún son escasas. Al respecto, expondremos resultados de un estudio transversal y uno longitudinal, los cuales sugieren que: a) la comprensión de la idea de función está más bien relacionada con el dominio del conocimiento matemático que con el desarrollo de capacidades cognitivas generales, como la inteligencia y la memoria de trabajo; b) la capacidad de generalizar un patrón de variación correspondiente a una relación funcional entre dos conjuntos de números no garantiza la capacidad para representarla simbólicamente; c) existen diferencias individuales en la capacidad de representar simbólicamente una relación funcional en alumnos dentro de un mismo rango de edad (10 a 11 años). Estos resultados se discutirán a partir de las teorizaciones contemporáneas del álgebra temprana.

#### **Componentes de las creencias de estudiantes sobre la matemática, como un marco explicativo de su motivación de aprendizaje. (CI)**

*Claudia Estela Santana Aldaba, Lorena Jiménez Sandoval, Ofelia Montelongo Aguilar (cesantana\_@hotmail.com)*

La falta de motivación de los estudiantes de secundaria hacia el aprendizaje de las matemáticas se puede considerar un problema “común” pero no irremediable. Se presenta el avance de una investigación en la que se busca conocer y describir las componentes de las creencias sobre la matemática, su enseñanza y aprendizaje en estudiantes del segundo de secundaria del Instituto Tecnológico de Monterrey campus Zacatecas, específicamente: la componente de valor, la componente de expectativa y la componente emocional. El objetivo es entender la falta de motivación de dichos estudiantes y elaborar pautas que conduzcan la gestión de condiciones de contexto en el aula que favorezcan la motivación de aprendizaje de la matemática en este nivel educativo. Tomando como referencia las componentes de las creencias sobre la matemática definidas por Sumpter (2013, citada por Jäder, Sidenvall y Sumpter, 2016) y Bandura (1989, citado por Chiú y Xihúa, 2008), se espera acceder a la motivación de los estudiantes para mejorar las condiciones en el aula en favor de la motivación hacia el aprendizaje de la matemática.

#### **Diseño y selección de situaciones de modelación como práctica social. Su gestión en educación secundaria. (RI)**

*Santiago Ramiro Velázquez Bustamante, Rene Santos Lozano (sramiro@prodigy.net.mx)*

En este trabajo se dan a conocer avances de una investigación en proceso sobre lectura y construcción de gráficas, a través de situaciones de modelación. Ubicados en el manejo de la información, como uno de los ejes que vertebran las matemáticas en educación secundaria. Nos enmarcamos en las siguientes tesis sobre modelación, Córdoba (2011) considera que la modelación es una práctica que ejercen estudiantes y profesores en diversos escenarios y contextos, en respuesta a una situación o fenómeno de interés para los alumnos. Suárez y Cordero (2010), sostienen la pertinencia didáctica del uso de las gráficas en la modelación y explican bases epistemológicas, sobre sus potencialidades didácticas. Estos argumentos son “La gráfica antecede a la función, la gráfica es argumentativa y las gráficas tienen un desarrollo” (Suárez y Cordero, 2010, pp. 323-325). Esta posición epistemológica a su vez se fundamenta en las obras de Oresme De proportionibus proportionum y Tractatus de latitudinibus formarum (boyer, 1986), en las que aborda la figuración de cualidades que puede resumirse con una de las preguntas que plantea, “¿Por qué no hacer un dibujo o gráfica de

la manera en que las cosas varían?" (Boyer, 1986, p. 339). En el problema de investigación constatamos que en la actividad docente, por lo general se escolariza el saber referente a lectura y construcción de gráficas, lo que dificulta reconocer sus usos, significados y construcción a través de la modelación como práctica social. Este problema incrementa su relevancia al considerar que de los 107 apartados que integran los contenidos en los tres grados de educación secundaria, 24 son del ámbito que investigamos. El objetivo de la investigación que reportamos consiste en seleccionar y diseñar situaciones de modelación, y gestionarlas con profesores y alumnos de educación secundaria. La metodología que se utiliza en este trabajo es de corte cualitativo en términos de estudio de casos, y se integra con diversas actividades para el logro del objetivo de la investigación. En este marco se hace un análisis del estado del arte a fin de explicar diversas posiciones sobre la modelación como práctica social, en el campo de lectura y construcción de gráficas. Para conformar el marco teórico, seleccionar o estructurar situaciones de modelación y gestionarlas con cuatro profesores y 20 alumnos de escuelas secundarias de Acapulco, Guerrero. Como parte de esta gestión realizamos talleres con los profesores, con quienes constatamos cómo emergen los conocimientos sobre lectura y construcción de gráficas, en la modelación. Al proponer situaciones de aprendizaje en este ámbito. En lo referente a las situaciones de modelación hemos estructurado y gestionado una sobre desplazamiento de alumnos en el salón de clases, donde se manejan relaciones tiempo distancia y tiempo velocidad. En esta situación los procesos y resultados muestran que un 75% de los alumnos participantes explican las situaciones planteadas utilizando diversos modelos y argumentos contruidos de manera colaborativa. También se ha seleccionado una situación sobre llenado de recipientes, con procesos y resultados similares a los de la situación anterior. Finalmente se estructura y gestiona una situación a partir de la Fig. 1, (Xique, Barrientos y Sánchez, 2014, p. 141) y consiste en hacer un reporte del siniestro ilustrado en dicha figura, que contenga los siguientes aspectos. –Una descripción escrita de lo que ilustra la figura. –Una explicación argumentada y completa de lo sucedido que incluya modelos tabulares, gráficos y simbólicos. –Un listado de usos, usuarios y destinatarios del contenido de este reporte. Fig. 1. Esta situación está en proceso por lo que no se reportan resultados. Referencias bibliográficas Boyer, C. (1986). Historia de la matemática. Madrid, España: Alianza Editorial. Cantoral, R. (2013). Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento. Ciudad de México, México: Gedisa Editorial. Córdoba, F. (2011). La modelación en Matemática Educativa. Una práctica para el trabajo de aula en ingeniería. Tesis de maestría no publicada, CICATA-IPN, México. Muñoz, G. (2010). Hacia un campo de prácticas sociales como fundamento para rediseñar el discurso escolar del cálculo integral. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 13 (4-II), 283-302. Suárez, L. y Cordero, F. (2010). Modelación-graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 13 (4), 319–333. Xique, J. ; Barrientos, A. y Sánchez, J. (2014). Matemáticas tercer grado secundaria. Ciudad de México, México: Larousse.

#### **Construcción social del concepto de espacio topológico. (CI)**

*Gabriela Márquez García, Gisela Montiel Espinosa (gajr2219@gmail.com)*

Se presentará el avance de una investigación inicial enmarcada en la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa, sobre la construcción social del concepto de espacio topológico. El concepto de espacio topológico es fundamental para el estudio de la Topología, rama de la matemática cuyo objeto de estudio es la continuidad y la convergencia que se definen bajo la noción de relaciones de proximidad, la cual está determinada por la topología definida sobre un conjunto dado. Puesto que el espacio topológico se convierte en un espacio sumamente importante que es definido a través de tres propiedades básicas y suficientemente sustanciales que funcionan como axiomas de una teoría general de la convergencia y la continuidad, en este trabajo se problematizará el concepto de espacio topológico, dicha problematización engloba, una revisión documental del desarrollo histórico de dicho concepto, una revisión bibliográfica sobre la producción en matemática educativa de la noción de espacio topológico, así como las que traten sobre nociones de naturaleza topológica, además se contempla en esta investigación el trabajo actual de la comunidad matemática especialista en Topología.

#### **De los lugares geométricos a las ecuaciones canónicas de las secciones cónicas. Una propuesta de enseñanza - aprendizaje en el nivel medio superior. Primera fase. (RI)**

*Armando Morales Carballo (armando280@hotmail.com)*

En este trabajo se presenta una propuesta de enseñanza y aprendizaje que favorece el estudio de la transición de los lugares geométricos a la deducción de las ecuaciones en la forma canónica de las secciones cónicas. En esa transición se destaca el papel que juega el software GeoGebra y las transformaciones isométricas del plano como recursos heurísticos que posibilitan tal tratamiento. Con esta propuesta se contribuye en aportar herramientas didácticas al profesor para incidir en la actividad de enseñanza y al alumno para favorecer su aprendizaje. La fundamentación teórica y metodológica en que se sustenta el trabajo recaen en los aportes sobre recursos heurísticos (Torres, 2013), y en los trabajos de (Morales, 2012; Morales, Llocia y Marmolejo, 2014; Morales, Llocia y Salmerón, 2016) en los que destacan la utilidad del software geogebra como un recurso heurístico que posibilita el redescubrimiento y descubrimiento de conocimiento matemático, así como en la resolución de problemas. La propuesta descrita está estructurada en las siguientes etapas: de diagnóstico, planeación, desarrollo, análisis y valoración. Con este trabajo se pretende contribuir en mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos: lugar geométrico, transformación de coordenadas, ecuaciones de las secciones cónicas de la geometría analítica, en el nivel medio superior y superior. En esta etapa del trabajo, se presenta la propuesta a nivel teórico, posterior a su elaboración se llevará a cabo a experimentación con la finalidad de evaluar los alcances en la noción del profesor y del alumno

al trabajar las ecuaciones canónicas de las secciones cónicas con esta propuesta. Bibliografía Jungk, W. (1981). Conferencias sobre metodología de la enseñanza de la matemática 2. Segunda parte. La Habana: Pueblo y Educación. Molfino, V, y Lezama, J. (2011). Lugares geométricos: su rol en el aprendizaje de la demostración en geometría. *Educación Matemática* 23(1), 37-61. Morales, A., Locia, E., y Salmerón, P. (2016). Recursos heurísticos para la actividad de enseñanza de la traslación en el nivel preuniversitario. *Atenas* 3(35), 64-79. Morales, A., Locia, E., y Salmerón, P. (2015). Recursos heurísticos para la actividad de enseñanza de las transformaciones geométricas en el nivel universitario. En B. Carazo (Ed.): Acta del Evento Internacional de: La enseñanza de la Matemática, la estadística y la computación (MATECOMPU) Vol. 15, (pp. 1-14). Cuba. Morales, A., Marmolejo, J. E., y Locia, E. (2014). El software GeoGebra: Un recurso heurístico en la resolución de problemas geométricos. *Premisa* 16(63), 20-28. Morales, A. (2012). Estrategia metodológica de carácter heurístico para el estudio de las relaciones de medidas geométricas: El caso de áreas y perímetros. *Premisa* 14(55), 20-31. Müller, H. (1987). El trabajo heurístico y la ejercitación en la enseñanza de la Matemática. Folleto. Instituto Superior Pedagógico "Frank País García". Sánchez, J. M. (2011). Visualización de lugares geométricos mediante el uso del software de geometría dinámica geogebra. *Revista de Investigación: Pensamiento matemático*. Sóstenes, H. S. (2014). Los software educativos de matemáticas, estudio de las isometrías en entornos dinámicos. IX Festival Internacional de la Matemática. Costa Rica. Torres, P. (2013). La instrucción heurística en la formación de profesores de Matemáticas. En Dolores, C., García, M., Hernández, J. A., Sosa, L. (Eds.). *Matemática Educativa: La formación de profesores* (pp. 205-221). Díaz de Santos. UAGro. (2009). Plan de estudios 2009. Licenciatura en Matemáticas. UAGro: México. UAGro. (2010). Plan de estudios 2010. Nivel medio superior. UAGro: México. Wooton, W., Beckenbach, E. F. y Fleming, F. J. (1985). *Geometría Analítica Moderna*. México: Publicaciones cultural S. A. de C. V.

#### **Simulación del movimiento de una leva mecánica desde una perspectiva de modelación. (CDV)**

*María Isabel Vargas Guevara, Carlos Oropeza Legorreta, Osvaldo Silva Cruz, Octavio Borroel López (isaa.33fresh@gmail.com)*

Uno de los principales retos a los que se enfrentan los estudiantes de ingeniería es relacionar el conocimiento teórico con lo práctico. Este proceso de relación teórico-práctico se ve obstaculizado por la abstracción en los conceptos que solo son representados de forma gráfica. En este proyecto nos dedicamos a diseñar y construir un mecanismo a partir de un prototipo que nos permitiera analizar y comprender el funcionamiento de una leva mecánica a través del principio de un aplasta latas. Para el diseño del prototipo se pensó inicialmente en un sistema de engranes y barras que, al aplicar una fuerza mediante una manivela, hiciera girar dichos engranes. A partir de este sistema el conjunto de engranes con las barras generan un movimiento circular y en consecuencia obtenemos un movimiento rectilíneo que simula el principio del movimiento de la leva mecánica, logrando así llevar a cabo de una forma didáctica el análisis correspondiente. Para la realización del trabajo nos basamos en la categoría de modelación matemática como fundamento teórico metodológico, ya que esta permite a los alumnos no solo aprender las matemáticas de manera aplicada a diversas áreas del conocimiento, si no también mejorar la capacidad para leer, interpretar, formular y solucionar problemáticas. Así mismo, la modelación tiene como finalidad motivar el trabajo con las matemáticas y experimentarlas como medio para describir, analizar y ampliar la comprensión de situaciones de la vida diaria, que es precisamente el caso que nos ocupa. El proyecto atravesó por tres etapas, en la primera y más importante tiene que ver con el diseño y modelado donde se realizaron los primeros cálculos de manera básica, este análisis nos condujo a la segunda etapa que consistió en hacer un prototipo de madera ya que es un material de bajo costo y fácil de manipular. Tras un proceso de medición, corte y armado se obtuvieron resultados positivos en los cuales el prototipo funcionó de una manera eficaz. Posterior a ello, se procedió a la tercera etapa del proyecto, que fue la construcción del mecanismo pero con otro material. Para el modelo final utilizamos un acero cold roll y se pretende complementarlo con un motor-reductor que sustituya el trabajo de la manivela. Este proceso sigue en desarrollo y por cuestión de tiempo aún no se encuentra finalizado.

#### **Análisis de las tareas de estadística en los libros de texto en secundaria. Un estudio de sus demandas cognitivas. (RI)**

*Gustavo Rivera Muñoz, Eduardo Carlos Briceño Solís (mrg27916@gmail.com)*

En la matemática educativa existe una diversidad de fenómenos educativos que dan origen a una y varias investigaciones, las cuales tienen como propósito mejorar la oferta educativa realizada por los profesores y por añadidura, incrementar el aprendizaje en los alumnos. De esa forma, mi interés en este trabajo de investigación es abordar el tema de medidas de tendencia central en estadística, los cuales han sido poco abordados dentro de la disciplina de la matemática educativa (Batanero, 2000). Considero que un factor que influye en la enseñanza en el aula son los libros de texto. El profesor de secundaria por medio de un catálogo de la Secretaría de Educación Pública (SEP) selecciona los libros que él considera importantes para su clase. Esta consideración es subjetiva, ya que los criterios que generalmente utilizan son "las ilustraciones", "menos texto" por mencionar algunas. Muy poco hay sobre una discusión sobre lo que los items de los libros puedan producir en el razonamiento del estudiante. Por lo tanto, el profesor no está formado para ser un crítico de estos libros, cosa que me motiva a llevar este estudio, para formarme en el análisis libros de texto que de alguna forma me permitirá mejorar mi práctica docente. Por lo tanto, en este trabajo se realizará un análisis de los libros de texto en secundaria, en específico se analizarán las tareas que se abordan sobre el tema de medidas de tendencia central, centrando el interés en las demandas cognitivas que se establecen en cada una de ellas. Los libros de texto que se analizarán son los autorizados por la Secretaría de Educación Pública (SEP), los cuales son seleccionados por los profesores que atienden educación secundaria.

#### **Argumentos del profesor de secundaria para justificar los recursos usados en el cálculo de la pendiente de una recta. (CI)**

*David Alfonso Páez, María Eugenia Ramírez Esperón (dapaez@correo.uaa.mx)*

El profesor de matemáticas, como parte de su práctica docente, utiliza recursos para enseñar a los estudiantes los conocimientos institucionalizados dados en los Planes y Programas de estudio vigente. Al respecto, diversos investigadores comentan que la formación y actualización del profesor de matemáticas deberá enfocarse más hacia lo que son y cómo funcionan dichos recursos. En esta misma línea de ideas, otros expertos afirman que la funcionalidad de un recurso en y para la enseñanza reside en su uso, más que en su simple presencia. Es importante mencionar que el uso común que se le da a la palabra recurso en educación matemática es el referido a los materiales utilizados en la práctica del profesor; por ejemplo, libros de texto, calculadora, lápiz, papel, entre otros. En esta ponencia se reporta una investigación que tiene como objetivo indagar los argumentos que el profesor de tercer grado de educación secundaria construye para dar sentido a los recursos usados en la comprensión y cálculo de la pendiente de rectas trazadas en un sistema de coordenadas cartesianas XY. Para el análisis de datos se recurrió al marco conceptual de la Aproximación Documental de lo Didáctico y de la Reflexión-en-acción. La investigación aquí descrita es de corte cualitativo y se desarrolló mediante un estudio de casos. La recopilación de datos se efectuó en dos etapas: video-grabación de las clases en las que el profesor enseñó a los alumnos el concepto de pendiente y entrevista al docente a través de un protocolo elaborado previamente, en relación con los recursos usados en las clases observadas. Los resultados muestran que el profesor usa recursos generados a partir de su experiencia docente en la enseñanza de las matemáticas. Uno de ellos es la fórmula  $y_2/x_1$  para calcular la pendiente de rectas que pasan por los puntos  $(x_1, 0)$  y  $(0, y_2)$ , tal que  $x_1, y_2 \neq 0$ . Al observar que el resultado obtenido no coincidió con el valor real de la pendiente, él ajusta este valor cambiándolo de signo. Sin embargo, en la entrevista, al reflexionar sobre sus recursos, el profesor se da cuenta de que los argumentos que justifican y dan sentido a esta fórmula no son los que corresponden a una relación matemática correcta, pues no puede generalizar su procedimiento para cualquier recta.

**Práctica docente: Historia de la matemática como recurso didáctico. (CI)**

*Flor Monserrat Rodríguez Vázquez (flormonr@hotmail.com)*

Tanto a docentes que inician como con experiencia, la pregunta: ¿cómo hago mi práctica docente? plantea un reto diario. Qué estrategias, qué factores, qué recursos puedo usar en el aula, son algunas interrogantes que consideramos en la planificación de la práctica docente. Esta plática tiene como objetivo mostrar a la historia de la matemática como un recurso didáctico, ésta se deriva de un estudio de caso sobre las concepciones de profesores respecto al uso de la historia de la matemática en el aula, tema que es ampliamente discutido con la hipótesis de que favorece en la calidad educativa.

## Matemáticas e Ingeniería

Coordinador: Jonathan Montalvo Urquiza

Edificio 221, Aula C

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN				
9:30–10:00		Samuel U. Armendariz	Juan Angel Rodríguez	Rolando Rosas S.	
10:00–10:30	RECESO	Juan Gerardo Fuentes	Rubí Isela Gutiérrez	Yarith N. Domínguez	
10:30–11:00	PLENARIA	José Julio Conde	Humberto Madrid	Pedro Inés Loera	
11:00–11:30		RECESO			
11:30–12:00	TRASLADO	Ciro Filemón Flores	Juan Antonio Pérez	Heriberto Salazar Soto	
12:00–12:30	Iván Reyes León	Salvador Botello	Maribel Hernández R.	Jonás Velasco Álvarez	
12:30–13:00	Jorge Arturo Garza				
13:00–13:30	Ma. Gpe. Villarreal	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30					
17:30–18:00			PLENARIA	PLENARIA	
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30			ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Análisis de las medidas de rendimiento de una línea de producción usando simulación, un caso de estudio. (RT)

Ivan Reyes Leon, Enrique González Gutierrez, Magda Muñoz Pérez (ingivanreyes\_tec@hotmail.es)

La eficiencia y calidad en las líneas de producción es uno de los objetivos de toda empresa, debido al impacto directo en sus medidas de rendimiento, para lo que se realiza un estudio de tiempos y movimientos que permite ajustar funciones de distribución exponenciales, triangulares, normales, entre otros para estimar los parámetros que representan la tasa de llegada y las respectivas tasas de servicio que permitirá obtener las probabilidades en estado estable del número de entidades en el flujo de la línea de producción, sin embargo en la mayoría de los problemas reales son analíticamente difíciles de resolver, así que la simulación es una herramienta adecuada. En este trabajo analizamos un caso real de estudio de una empresa que se dedica al tratamiento del plástico PET. Se desarrolló un modelo de simulación mediante el software ARENA que se usa para analizar el funcionamiento de la línea de producción y obtener sus tiempos medios de fallo, la capacidad óptima, la utilización de los recursos, entre otros.

### Un algoritmo constructivo para la estimación de múltiples puntos de cambio. (RI)

Jorge Arturo Garza Venegas, Víctor Gustavo Tercero Gómez, Alvaro Eduardo Cordero Franco (jag.venegas@gmail.com)

El análisis de punto de cambio (CPA) es el estudio de los cambios estructurales que ocurren en una serie de observaciones; mientras que el problema de determinar una estimación del momento cuando el cambio ocurrió es llamado problema de punto de cambio. El problema de múltiples puntos de cambio tiene dos etapas: (1) la estimación del número de cambios que han ocurrido en la serie bajo análisis y (2) la estimación de la localización de dichos cambios. En este trabajo, proponemos un enfoque de solución para el problema de múltiples puntos de cambio: aplicar una prueba de hipótesis para un solo punto de manera secuencial en cada sub-muestra de la serie hasta que no existan puntos significativos, para estimar el número de puntos de cambio en la serie. Además, cuando un punto es significativo, éste es estimado mediante su estimador de máxima verosimilitud (MLE). La metodología propuesta se evalúa mediante ejemplos numéricos: una serie de observaciones normales con cambios en la media y un conjunto de datos encontrados en la literatura: el “Nile River data set”. Este enfoque puede ser útil al considerar múltiples cambios estructurales, que aparecen de forma recurrente en economía, hidrología, segmentación de ADN, etc.

### Optimización multiobjetivo del proceso de moldeo por inyección utilizado modelos de pérdida calibrados. (CI)

Ma. Guadalupe Villarreal Marro, Po-Hsu Chen, Rachmat Mulyana, Thomas J. Santner, Angela M. Dean, José M. Castro (maria.villarreal@cimat.mx)

En este trabajo se presenta un método para mejorar la producción de componentes plásticos con múltiples medias de desempeño (objetivos). El método utiliza un modelo de predicción calibrado el cual combina tanto datos físicos como datos simulados para estimar los valores de las medidas de desempeño. Después de que se construyen los modelos de predicción, los objetivos son estimados sobre una rejilla de valores de las variables de proceso, y un conjunto de soluciones Pareto es identificado. Posteriormente un refinamiento del conjunto Pareto es identificado mediante la predicción de los objetivos en una rejilla mas fina de puntos alrededor del conjunto Pareto identificado previamente. Finalmente, como validación, un subconjunto de las soluciones es evaluado en el proceso físico. Un caso de estudio con 3 objetivos se presentara al final de esta plática para mostrar como los modelos de predicción calibrados pueden ayudar a los fabricantes de plásticos a identificar las condiciones del proceso que ayudan a optimizar diferentes objetivos de manera simultanea.

#### **Desarrollo de Software de diseño hidráulico para bombas centrífugas. (CI)**

*Samuel Uriel Armendariz Hernandez, Ovidio Montalvo Fernández (sarmendariz@ruhrpumpen.com; omontalvo@ruhrpumpen.com)*

La bomba es un tipo de turbomaquinaria cuya función es transmitir la energía mecánica de un motor hacia el fluido de trabajo; Esta energía transferida se manifiesta en el incremento de presión del mismo. El proceso de diseño de los componentes principales de una bomba en su etapa teórica es iterativo, consta principalmente de 3 etapas: Dimensionamiento general, dimensionamiento a detalle (modelación 3D) y análisis de Dinámica de Fluidos Computacionales - "CFD". El proceso se repite hasta que el CFD arroja los resultados esperados, y se procede a la elaboración de un prototipo. Es notable que el proceso de dimensionamiento y diseño de los componentes consume una gran cantidad de tiempo por lo que surge la necesidad de desarrollar una herramienta que automatice los cálculos implicados para reducir el tiempo destinado a esta actividad. Se optó por diseñar un software hecho a la medida para que cubra todas las necesidades que la empresa Ruhrpumpen requiera. Esta herramienta está siendo elaborado en conjunto por Ruhrpumpen y el CIMAT de Monterrey, con el apoyo del CONACyT. El software contiene herramientas para el diseño de impulsores, volutas y difusores empleando una interfaz gráfica amigable para el usuario. El entorno de desarrollo utilizado para la programación es Matlab. Durante esta conferencia se presentará la herramienta y los principales métodos matemáticos, ingenieriles y de programación empleados para su elaboración.

#### **Ecuaciones de Maxwell y aplicaciones en Ingeniería. (CI)**

*Juan Gerardo Fuentes Almeida (juan.fuentes@cimat.mx)*

Las Ecuaciones de Maxwell permiten modelar la propagación del campo eléctrico y magnético en un medio material determinado; estas consisten en un sistema de Ecuaciones Diferenciales Parciales que relacionan ambos campos entre si. Dada una señal fuente y un punto origen, es posible determinar la intensidad de los campos propagándose a través de un dominio previamente definido. Una forma de aproximar la solución numérica de estas ecuaciones es utilizando el Método de los Elementos Finitos. En este trabajo se presenta una solución numérica para las Ecuaciones de Maxwell para campos variantes en el tiempo utilizando este método, y se presentan propuestas de aplicación en la Ingeniería.

#### **Solución numérica del problema de Cauchy para la ecuación de Laplace en una región anular acotada bidimensional: un planteamiento de teoría de control. (RI)**

*José Julio Conde Mones, L. Héctor Juárez Valencia, J. Jacobo Oliveros Oliveros, M. Monserrat Morín Castillo (juliocondem@hotmail.com)*

En este trabajo se presenta una formulación variacional para hallar una solución numérica estable al problema de Cauchy para la ecuación de Laplace en una región anular acotada del plano. Este problema tiene algunas aplicaciones importantes, tales como, la determinación del deterioro de la pared interna de una tubería, conocer el potencial en una región a la que no se tiene acceso, determinar fisuras en láminas, entre otras. Debido al mal planteamiento de este problema, se requiere la utilización de métodos y técnicas especiales (de regularización) para resolverlo. Se presenta una nueva propuesta para hallar soluciones numéricas del problema de Cauchy mediante la minimización de un funcional, utilizando técnicas de control de frontera. La metodología combina el Método de Gradiente Conjugado (MGC) para encontrar el control óptimo y el Método de Elemento Finito (MEF) para discretizar los problemas elípticos en cada iteración del MGC. Se mostraran resultados numéricos para mostrar la factibilidad del método propuesto para algunas geometrías simples y complejas de la región anular.

#### **Modelación computacional del amortiguamiento termo-elástico: caracterización estática de un resonador MEMS. (RI)**

*Ciro Filemón Flores, Edén Mayor García, Saúl Domínguez Casasola Rivera (ciro.flores@itesm.mx)*

Los resonadores MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems), son dispositivos miniaturizados que se utilizan para seleccionar frecuencias de una señal específica por ejemplo en RF (Radio Frecuencia). Su uso en las telecomunicaciones es de gran importancia. Es esencial que un resonador vibre consistentemente a la frecuencia deseada y que esto requiera el mínimo de energía. Una forma de medir la eficiencia de un resonador es por medio del llamado factor Q de calidad que se define como la relación entre la energía total almacenada y la energía perdida por ciclo. Un resonador MEMS con un elevado factor Q ofrece beneficios como: bajo consumo

de energía, tamaño pequeño y alta integración con otros dispositivos. Para minimizar la energía perdida por ciclo pueden utilizarse diversas geometrías, materiales o amortiguadores. En la presente investigación se propone un modelo matemático que simula el amortiguamiento termo-elástico basado en la interacción doble entre temperatura y estructura: la tensión térmica calienta o enfría el material localmente, lo cual produce tensiones térmicas. Además, se consideran diferentes geometrías y distintos materiales en el diseño del resonador. De ese modo se obtiene una caracterización estática que permite recomendar el diseño que optimiza el factor  $Q$ . El modelo matemático es tridimensional e incluye un sistema acoplado de siete ecuaciones diferenciales parciales, lineales, independientes del tiempo. El factor  $Q$  se obtiene después de un análisis de eigen-frecuencia para la temperatura, considerando la frecuencia angular compleja. Se comparan los resultados obtenidos con aquellos reportados en la literatura. El modelo se resuelve con el Método de Elemento Finito.

**Solución de problema de optimización topológica de estructuras.** (CP)

*Salvador Botello Rionda, Iván Valdez, Víctor Cardoso, Miguel Angel Ochoa, José Luis Marroquín (botello@cimat.mx)*

El problema de optimización topológica de estructuras ha sido ampliamente abordado por investigadores en análisis estructural y optimización, y hemos desarrollado un conjunto de modelos que nos permiten obtener estructuras optimas en tiempos razonables utilizando computo de alto desempeño. A pesar de que existen una gran cantidad de trabajos al respecto, no existe un conjunto de problemas de prueba estándar que permitan comparar los resultados de una propuesta algorítmica con otra, de las calidades de la solución y saber conocer o determinar las mejores soluciones posibles para geometrías y casos de carga ampliamente estudiados. Presentamos una propuesta de problemas de prueba, realizada con base en la recopilación de información de mas de 100 artículos del tema, extrayendo los casos de carga y geometrías mas utilizadas, con la restricción de imponer cargas, unidades y materiales realistas.

**Entrenamiento de una red neuronal artificial para estimación de humedad de suelo para aplicaciones agrícolas mediante el método del gradiente descendente.** (RT)

*Juan Angel Rodríguez Salinas, Marco Iván Ramírez Sosa Morán, Gerardo Maximiliano Méndez (angelrdz85@hotmail.com)*

Existe un amplio campo de aplicaciones en los que se utilizan las redes neuronales artificiales, entre ellas: reconocimiento de voz, visión artificial y control de procesos. En este trabajo se presenta el entrenamiento de una red neuronal artificial multicapa con propagación hacia adelante, la red neuronal artificial está diseñada con dos neuronas en la capa de entrada, nueve neuronas en la capa oculta y una neurona en la capa de salida, el método empleado para entrenar la red neuronal es conocido como el método del gradiente descendente (Backpropagation). Se describe el comportamiento de la humedad de suelo para aplicaciones agrícolas basada en parámetros que dependen de la textura de suelo, profundidad, condiciones ambientales y la aplicación de modelos matemáticos no lineales. El estudio comprende desde la obtención de datos ambientales, estimación de precipitación, infiltración, evapotranspiración y drenaje, hasta la simulación del contenido de humedad volumétrica en el suelo. Los datos obtenidos son procesados para entrenar una red neuronal, la infiltración y evapotranspiración son utilizadas como entradas en la red neuronal y la humedad de suelo como salida deseada.

**Modelación espacio-temporal del crecimiento urbano por medio de autómatas celulares.** (RT)

*Rubí Isela Gutiérrez López, Francisco Javier Almaguer Martínez (rubiselaf15@gmail.com)*

En este trabajo se simula el cambio del uso de suelo en las ciudades. Su importancia consiste en la anticipación de sucesos insostenibles respecto a la cantidad de construcciones establecidas, lo que conduce al apoyo en la toma de decisiones para la planificación urbana mediante escenarios futuros. Por medio de simulaciones del crecimiento en estos sistemas se realiza un análisis de la urbanización en una ciudad debido a los usos de suelo mediante modelos de autómatas celulares. A diferencia de las simulaciones en los modelos temporales, los autómatas muestran la evolución de las estructuras emergentes de forma espacio-temporal que permiten la visualización de las cualidades del sistema.

**Detección de bordes en imágenes y cálculo multivariado.** (CDV)

*Humberto Madrid de la Vega, Silvia Irma Vázquez Aguilar (hmadrid@gmail.com)*

La detección de bordes tiene un papel fundamental en el Procesamiento de Imágenes y los algoritmos más populares para detectar los bordes de imágenes utilizan los conceptos de función, derivada y gradiente. Por eso puede ser un buen ejemplo de aplicación motivante para los estudiantes. Mostraremos la forma de modelar una imagen como una función y el uso del gradiente para detectar los bordes de una imagen. Se hace énfasis en el paso de lo continuo a lo discreto y la necesidad de comprender los conceptos básicos del Cálculo. Mencionaremos algunos métodos más refinados que requieren de más herramienta de Cálculo. Esta aplicación del Cálculo puede ser de interés para estudiantes de ingenierías, en particular aquellas que tengan relación con el procesamiento de imágenes, pero también a cualquier estudiante de nivel superior ya que ellos tienen un contacto frecuente con las imágenes digitales.

**Alegorías y patrones de diseño. (CI)**

Juan Antonio Pérez, Alejandra García Hernández; Perla Velasco Elizondo (japerez@uaz.edu.mx)

En el presente trabajo se propone una definición axiomática eficiente de las alegorías, y se propone el uso de ellas como modelo matemático de los patrones de diseño en Ingeniería de Software. Presentamos una descripción categórica de los patrones de diseño según la clasificación de Gamma et. al. (1994), a través de la definición de patrones minimales y desarrollando propiedades algebraicas de estas soluciones computacionales.

**Caracterización matemática de cambios genéticos raros (CGRs). (CI)**

Maribel Hernandez Rosales, Marc Hellmuth, Yangjing Long, Peter F. Stadler (maribel@im.unam.mx)

En filogenética molecular se han identificado cambios genómicos raros (CGR) que corresponden a eventos mutativos que ocurren muy raras veces. Algunos de estos eventos son la ausencia o presencia de patrones en genes codificantes, así como en microARNs, retrotransposones, la inserción de caracteres en intrones, fusiones de proteínas, cambios en el orden de los genes, variaciones del código genético; por mencionar algunos. Los CGRs son informativos filogenéticamente y ayudan a resolver problemas cuando se cuenta con datos que llevan a resultados conflictivos. En este trabajo hemos investigado cuanta información filogenética puede ser derivada a partir de un solo CGR. Para esto hemos hecho uso de teoría de gráficas y nos preguntamos si hay un árbol filogenético, tal que las aristas del mismo se encuentren etiquetadas y que el camino entre dos nodos cualesquiera contenga un solo evento CGR. Mostraremos cuales son las restricciones sobre el árbol que impone tal CGR y también las caracterizaciones matemáticas de la versión dirigida y no dirigida del CGR y sus generalizaciones.

**Soluciones de ecuaciones del petróleo para la presión usando derivadas fraccionarias. (RI)**

Rolando Rosas Sampayo, Fernando Brambila Paz, Benito Fernando Martínez Salgado (rolasmat@ciencias.unam.mx)

Para calcular la presión con la que sale el petróleo usaremos el concepto de derivada fraccionaria, y ecuaciones parciales fraccionarias. Se presenta la discusión sobre la relación entre un conjunto fractal y la derivada fraccionaria de orden la dimensión fractal de Hausdorff. Se introducen deducciones de las derivadas fraccionarias a partir de generalizaciones de las fórmulas de derivadas de orden superior y la fórmula integral de Cauchy discutiendo las propiedades básicas necesarias. Por último se dará la deducción de las ecuaciones para el flujo en medios porosos con aplicación al cálculo del déficit de presión en pozos de petróleo con una breve discusión de los resultados.

**Nonlinear generalized radial flow model with finite relaxation time. (CI)**

Yarith Nayue Domínguez del Angel, Mayra Núñez-López (yarith@esfm.ipn.mx)

This study presents an investigation of effects of the quadratic gradient term on the generalized radial flow model by considering relaxation time associated to fluid flow during the early period of pumping test. The analytical solution of the model is presented in the Laplace space while the solution in the time domain is obtained by numerical inversion methods. Analytical early- and late-time solutions are also presented which are used to provide a quantitative analysis of the effects of including variable flux at the inner boundary and of neglecting the quadratic gradient term on the fractional flow model. Calculations show that pressure response during the early period of pumping test is more suitable by considering a finite relaxation time and the linearization in the nonlinear diffusion equations may generate inaccurate values for large time values, which becomes of importance when the aquifers and reservoirs are highly heterogeneous.

**Ruteo de vehículos para el transporte de turistas. (CI)**

Pedro Inés Loera Martínez, Iris Abril Martínez Salazar (pilm18@hotmail.com)

En este trabajo se estudia un problema de ruteo de vehículos, en el que se considera un conjunto de  $m$  vehículos, los cuales están encargados de distribuir a un conjunto de  $n$  personas a través de los distintos atractivos turísticos que se encuentran en cierta ciudad, cada vehículo cuenta con una capacidad máxima de personas que puede transportar entre cada punto. Para los vehículos se considera un origen y un destino final en común; mientras para cada uno de los turistas, estos deben iniciar y terminar la ruta en sus respectivos hoteles. Es importante mencionar que se cuenta con un tiempo máximo para que cada turista visite diferentes lugares antes de arribar al hotel. También se considera que cada uno de los turistas no tiene el mismo interés de conocer cierto lugar, es por esto, que para cada uno de ellos se cuenta con una lista de prioridad, la cual especifica cual es el beneficio obtenido de visitar cierto punto turístico. Para cada uno de los sitios turísticos se cuenta con un tiempo establecido para realizar el recorrido. Una vez que un vehículo arriba a un centro turístico, este puede descargar personal interesado en visitar este lugar, así como también puede recoger turistas que han terminado su recorrido en el sitio, para así poder ser transportados a sus siguientes destinos. También se considera una penalidad por el tiempo de espera acumulado para cada uno de los turistas, esto es el tiempo de espera a que la persona sea recogida en su hotel y los tiempos de espera a que sea recogida en los diferentes atractivos turísticos que visito una vez que haya terminado cada uno de los recorridos. La función objetivo de este problema es maximizar la satisfacción del turista con el menor beneficio, de esta manera se

busca que todos los turistas salgan satisfechos. En este trabajo se presenta un modelo matemático y el desarrolló un procedimiento heurístico basado en la filosofía del vecino más cercano, el cual brinda una buena solución factible, en un tiempo considerable. Tanto el modelo matemático como el algoritmo heurístico fueron programados en lenguaje C++; para la formulación matemática se usó el algoritmo de B& C que ofrece CPLEX 12.6 ILOG Concert Technology. Ambas metodologías fueron sometidas a experimentación para un conjunto numeroso de instancias.

**Modelación y optimización del espacio y tiempo-hombre en un centro de distribución. (CI)**

*Heriberto Salazar Soto, Saúl Domínguez Casasola (h\_salazar90@hotmail.com)*

Un centro de distribución (CEDIS) convencional tiene el reto de cualquier almacén; lograr el aprovechamiento máximo de su espacio. Además, también enfrenta una alta rotación de inventarios, lo que demanda cortos tiempos de respuesta en las actividades de recibo y surtido de producto. En este proyecto de investigación se presenta un modelo de Forrester para un CEDIS de neumáticos. En el cual se destacan variables importantes en la logística como lo son la demanda, tiempo de acomodo y surtido de producto, entre otras, esto teniendo en cuenta la gran diversidad de dimensiones y marcas de neumáticos que existen en un CEDIS como el estudiado. Así mismo, se plantea y resuelve un problema de optimización para maximizar el espacio utilizado en el almacenamiento convencional de productos. Una vez logrado el diseño mejorado del almacén, se plantea y resuelve un modelo de disposición por SKU con el objetivo de minimizar el tiempo en que el material es "tocado", ya sea para acomodarlo o para surtirlo. Finalmente, se hace un análisis de sensibilidad en el modelo de Forrester, modificando los parámetros actuales, por los obtenidos en la solución de los problemas de optimización planteados, y se hacen las conclusiones pertinentes y suficientes.

**Optimización bi-etapa para el problema de diseño territorial por arcos y el ruteo vehicular. (CP)**

*Jonás Velasco Álvarez (jvelasco@cimat.mx)*

El problema de diseño territorial se puede ver como el problema de agrupar pequeñas unidades geográficas en grupos geográficos más grandes llamados territorios, de acuerdo a ciertos criterios de planeación. El problema de diseño de territorios con demanda de servicio en los arcos se define de la siguiente manera: Dado una red de carreteras con una demanda de servicio en ellas y un conjunto de  $p$  depósitos o almacenes, se desea encontrar una partición de la red en  $p$  territorios. En la primer etapa, dicha partición se realiza a nivel táctico y se desea que esté basada en criterios para la formación de rutas eficientes en el nivel operativo. Dichos criterios incluyen balanceo y contigüidad en cada territorio, así como tratar de minimizar la dispersión y la distancia a recorrer. En la segunda etapa, se requiere diseñar las rutas de los vehículos que salen y regresan a los depósitos, satisfaciendo las demandas en los arcos, con ciertas restricciones operacionales. En esta fase se desea minimizar los costos de transportación (distancia total recorrida, tiempo total de transportación). En esta charla se mostrará un enfoque metaheurístico para resolver de manera integral ambos problemas de optimización.

## Matemáticas en la Economía y las Finanzas

"Las ponencias de esta área tienen una duración diferente a las del resto de las áreas, tomar esto en cuenta para planear sus actividades en este Congreso."

**Coordinador:** Gilberto Calvillo Vives

**Edificio 221, Aula F**

**Edificio Polivalente "Dr. Luis Manuel Macías López"**

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes				
9:00–09:40	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>Ma. Araceli Bernabé</b>	Alfredo Omar Palafox	Julio César Macías	<b>Fco. Almagro V.</b>				
9:40–10:00		<b>Javier Marquez Díez</b>	Carlos Obed Figueroa	Leonardo R. Laura	Carlos A. Soto				
10:00–10:20	RECESO	Edgar Possani E.	Francisco Sánchez	Oliver Antonio Juárez	David Mayer F.				
10:20–10:30									
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>								
11:00–11:30	<b>RECESO</b>								
11:30–12:00	TRASLADO	José Miguel Torres	William José Olvera	Alejandro Valle Baeza	Leobardo P. Plata				
12:00–12:10	Marco Nolivari	<b>Erick Treviño Aguilar</b>	Saul Mendoza	Rafael Garduño Rivera	Pablo Ruiz N.				
12:10–12:40									
12:40–12:50	<b>Biliana Alexandrova</b>								
13:00–13:20		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>				
13:20–14:00	<b>Biliana Alexandrova</b>								
13:30–14:00									
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>								
14:30–15:00									
15:00–15:30									
15:30–16:00									
16:10–16:30								Walter J Manzanarez	
16:30–16:50						<b>Daniel Hernández H</b>	Adriana Zúñiga	<b>TARDE LIBRE</b>	Jennifer Rangel M.
16:50–17:10		Araceli Lázaro Salgado	Jorge Arturo Garibay	Karla Flores Z.					
17:10–17:30	Fausto Membrillo	Beatriz Villa Bahena	Vladimir A. Rodríguez	Oscar Fontanelli					
17:30–17:50		Diego Leonardo Hdez.							
17:50–18:10	<b>Serafín Martínez</b>	Jose Alberto Islas	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>					
18:10–18:30		Karla Tapia Solares							
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>							
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>					
19:30–20:10	Gustavo Cano Moo	Ruben Blancas Rivera							

**Stress-Testing SPEI. Policy recommendations about the Mexican Payment System simulating distressed liquidity scenario.** (RT)

Marco Nolivari, Biliana Alexandrova-Kabadjova (marco.nolivari@gmail.com; balexandrova@banxico.org.mx)

The purpose of this paper is to achieve a better understanding of the Mexican Payment System, SPEI, in distressed liquidity conditions. We simulate the operational failure of participants to the system and measure the consequent impact onto the remaining institutions in terms of the Extraordinary Liquidity needed in order to fulfill the outstanding obligations. The main finding is that the severity of the consequences triggered by a failure strongly depends on the hour at which it takes place. Moreover, given the tiered structure of the network, and the different access to liquidity provided by the Central Bank, it is observed that disruptions can force participants to overturn their borrowing behaviour.

**Interdependencia de las infraestructuras de los mercados financieros.** (CI)

Biliana Alexandrova Kabadjova, Othon Moreno Gonzalez (balexandrova@banxico.org.mx; omoreno@banxico.org.mx)

En los últimos años el estudio sobre gestión de la liquidez intradía ha ganado impulso derivado por los diversos cuestionamientos surgidos a raíz de la crisis financiera. No obstante, el aspecto de la estabilidad no es el único que las autoridades financieras y académicos están tratando de entender. El aprendizaje de cómo fluye la liquidez intradía, podría dar información valiosa de la interdependencia entre las infraestructuras de los mercados financieros, en particular entre los sistemas de pagos de alto valor y sistemas de liquidación

de valores, así como podría proporcionar directrices de cómo la política de provisión de liquidez podría llevarse a cabo de manera más eficiente. En el presente artículo con el fin de entender mejor el flujo de liquidez entre las instituciones financieras se estudia el manejo de liquidez intradía en SPEI, el Sistema de Pago de Alto Valor (SPAV). Para tal efecto hemos aplicado un algoritmo que nos permita dividir el flujo de pagos en dos: a). El valor de los pagos cubiertos con fondos externos y b). El valor de los pagos reciclados, que son aquellos que fueron cubiertos con fondos provenientes de pagos entrantes. El estudio se realiza en un periodo de 10 años que comprende del 2005 al 2015.

#### **Métodos cuantitativos para hacer más eficiente el uso de la liquidez en el sistema financiero. (CI)**

*Biliana Alexandrova Kabadjova, Francisco Solís Robleda; Othon Moreno Gonzalez*  
(balexandrova@banxico.org.mx;omoreno@banxico.org.mx)

En los años en que el gobierno fue dueño de la banca, todos los pasivos bancarios estaban garantizados por el gobierno federal. En esos años, había una fuerte presión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, del Banco de México y de la Comisión Nacional de Valores para promover el desarrollo de los mercados financieros. El Banco de México les daba liquidez sin restricciones, lo cual podría crear riesgos de crédito. El instituto central tenía que recuperar el control del crédito que daba, pero tenía que evitar afectaciones fuertes a los mercados financieros. Los métodos que se incluyen en este artículo sirvieron para facilitar la transición, y ahora hacen más eficiente la operación de los mercados.

#### **Riesgo sistémico y juegos de campo medio. (CI)**

*Daniel Hernández Hernández (dher@cimat.mx)*

La interconexión del sistema financiero ha sido tema de estudio desde diferentes perspectivas, como redes neuronales, gráficas aleatorias, y más recientemente usando técnicas de juegos de campo medio. En esta plática abordaremos de manera genérica esta relación, motivando el uso de juegos de campo medio para su análisis, usando modelos probabilistas en tiempo discreto. Los juegos de campo medio cuando un gran número de jugadores casi idénticos interactúan con determinado fin, y sus acciones en conjunto son capaces de modificar los estados de un sistema complejo, como el financiero. En esta plática abordaremos esta conexión describiendo de manera detallada la composición del sistema financiero a través de sus agentes.

#### **Título por anunciar. (CP)**

*Fausto Membrillo Hernández ( )*

#### **Naturaleza múltiple del sistema financiero y las implicaciones para el estudio y medición del riesgo sistémico. (CI)**

*Serafín Martínez Jaramillo (smartin@banxico.org.mx)*

La plática será sobre la naturaleza múltiple del sistema financiero y las implicaciones para el estudio y medición del riesgo sistémico. En general el paradigma de redes ha sido útil para estudiar el riesgo sistémico, sin embargo los estudios recientes han ignorado que la naturaleza de interconexiones en el sistema financiero es más complejo de lo que se pensaba. Nosotros ponemos en evidencia y con ejemplos claros parte de lo que no se está considerando cuando se estudia el sistema financiero usando solamente capas individuales en lugar de concebir al sistema financiero como una estructura múltiple.

#### **Modelos predictivos para cobranza crediticia. (CI)**

*Gustavo Cano Moo (canog@burodecredito.com.mx)*

Dentro del ciclo de vida crediticio en cualquier sistema financiero, una parte importante en la administración de portafolios es el proceso de cobranza. Este proceso comúnmente es abordado mediante "acciones de cobranza" donde algunas de las acciones que se utilizan son: llamadas telefónicas, correos electrónicos, visitas a domicilio y en casos extremos a demandas. Sin embargo, estas acciones no se aplican de manera segmentada y/o enfocada lo cual ocasiona pérdidas significativas para los otorgantes de crédito y molestias para los usuarios. Los modelos predictivos para la cobranza son herramientas analíticas basadas en estadísticas y computación que apoyan a los otorgantes de crédito a conocer anticipadamente el comportamiento de los clientes en mora y con ello determinar acciones segmentadas que minimicen las pérdidas y al mismo tiempo reduzcan las molestias ocasionadas a los clientes. En esta plática se hará un planteamiento analítico para el proceso de cobranza y se abordarán las herramientas estadísticas y computacionales para el modelado de este proceso crediticio. Palabras Clave: Regresiones Logísticas, Árboles de decisión, Análisis Multivariado, Modelos Supervisados, Machine Learning, cobranza.

#### **Una Introducción al riesgo de crédito. (CDV)**

*María Araceli Bernabé Rocha (abernabe@shf.gob.mx)*

En el día a día, todos hablamos de crédito, ¿cuántas tarjetas tienes?, ¿estás en el buro?, ¿eres sujeto de crédito?, etc. Pero cuántos sabemos cómo administrar un crédito, cuándo pagar para que un crédito sea efectivo y no sea un costo financiero que más que una solución se vuelva un problema. En esta plática daremos una introducción al crédito de riesgo.

**Indicadores de la concentración de riesgo en un portafolio de créditos. (CI)**

*Javier Marquez Díez Canedo (Jamarca90@yahoo.com.mx)*

En esta plática se argumenta que para medir el riesgo de concentración en un portafolio de créditos, lo importante es determinar donde esta concentrado el riesgo, que no necesariamente coincide con donde esta concentrado el crédito. Se hace una comparación entre los índices de Herfindahl y Hirschman (HHI) y el índice de Gini, y se explica porque este ultimo no es útil para medir concentración. Después se habla de unas medidas practicas para detectar la concentración de riesgo. Por ultimo se desarrolla un indicador de concentración de riesgo, que en esencia es un HHI corregido por la correlación entre incumplimientos de los créditos de la cartera. En el trabajo se presentan varios ejemplos prácticos que complementan e ilustran el trabajo teórico.

**Aplicaciones del análisis envolvente de datos a problemas de evaluación en Economía y Finanzas. (CDV)**

*Edgar Possani Espinosa (epossani@itam.mx)*

En esta charla se dará una breve introducción a la teoría del Análisis Envolvente de Datos (DEA). El DEA es un técnica que se basa en la programación lineal para evaluar a un conjunto de unidades de decisión y obtener una frontera de eficiencia, sin la necesidad de determinar a priori y de manera explícita una función de producción. El DEA ha sido ampliamente utilizada para analizar la eficiencia en diferente contextos. En particular, en esta charla se darán ejemplos de su aplicación a la evaluación de acciones para la conformación de portafolios de inversión, así como en la evaluación de la eficiencia en el uso de recurso del Seguro Popular entre los distintos Estados del la República.

**Entropía en valuación de activos. (CDV)**

*José Miguel Torres González ( )*

Pendiente

**Semimartingale properties of the lower Snell envelope in optimal stopping under model uncertainty. (CI)**

*Erick Treviño Aguilar (erick.trevino@ugto.org)*

La envolvente de Snell es un objeto fundamental en la teoría de procesos estocásticos. En los últimos años ha habido interés por el riesgo de Knight, o ambigüedad de modelo, en la que la medida de probabilidad de referencia no está completamente determinada. En esta conferencia veremos los avances en el estudio de la envolvente de Snell bajo ambigüedad de modelo.

**Consideraciones matemáticas para la modelación de burbujas financieras. (RT)**

*Adriana Zúñiga Bonifaz, Gilberto Calvillo Vives, Blanca Rosa Pérez Salvador (adriana.bonifaz90@gmail.com)*

Con ejemplos históricos buscamos demostrar la existencia de burbujas. También, dado que no existe una sola definición aceptada de burbuja financiera, indagamos sobre las posibles causas que hacen que se inicie, desarrolle y explote una burbuja financiera. Muchos especialistas en economía y en mercados financieros han estudiado este tema. En esta plática mencionamos sus ideas más significativas para formar nuestra propia opinión. Además adoptamos la posición de que aparte del precio, existe un valor fundamental que aún cuando no sea posible determinarlo precisamente es posible estimarlo o al menos establecer cuando el precio se ha desviado mucho del valor intrínseco pero que en condiciones de estabilidad dichos precios no difieren demasiado.

**Aplicación de cópulas en la estimación del VaR a portafolios de inversión. (RT)**

*Araceli Lázaro Salgado, Patricia Saavedra Barrera, Marissa Martínez Preece (ary\_sagi@hotmail.com)*

En el área de análisis financiero, el Valor en Riesgo (VaR) y el Valor en Riesgo Condicionado (CVaR) son medidas que se utilizan para evaluar el riesgo de portafolios en inversión. En este trabajo se aplica la teoría de cópulas para estimar el VaR de un portafolio. El objetivo principal consiste en modelar la dependencia de los factores de riesgo, por la selección de una cópula paramétrica apropiada a partir de sus funciones de distribución marginales. Con la cópula, calcular el VaR y comparar los resultados obtenidos con otros métodos tradicionales, tales como el de varianza-covarianza y el método histórico. La metodología consiste: primero se obtiene la cópula empírica de los rendimientos del portafolio considerando sus distribuciones marginales empíricas, esto se realiza con la finalidad de analizar la dependencia de los rendimientos. Después se obtienen algunas medidas de dependencia muestrales, en particular el valor Tau de Kendall el cual permite estimar una cópula uniparamétrica bivariada de la familia Arquimediana utilizando el procedimiento de Genest y Rivest, adecuada a los rendimientos del portafolio. Es conveniente también ajustar a los rendimientos una cópula Meta-t, donde el parámetro se estima por máxima verosimilitud. Por último, se calcula el VaR mediante las cópulas propuestas y se comparan resultados. En este trabajo se aplicó la metodología anterior al índice de precios al consumidor IPC y al tipo de cambio peso-dólar FIX, considerando datos diarios del precio al cierre del mercado del 1 de julio de 2009 hasta el 15 de marzo de 2016. Como resultado se obtiene que los log-rendimientos de ambos activos siguen una distribución marginal t-Student. Se propone una cópula Meta-t y una cópula Clayton como distribución conjunta, las cuales se utilizan para calcular el VaR y el CVaR.

**Cuantificación de riesgo de portafolios multivariados. (RT)**

Beatriz Villa Bahena, Daniel Hernández Hernández (ninabvb656@hotmail.com)

En esta platica se abordará el problema de cuantificar el riesgo a portafolios multivariados de orden  $n \geq 2$  por medio de cotas basadas en cópulas. Esto es debido a que no es posible calcular medidas de riesgo como el VaR y el CVaR, cuando se desconoce la función de distribución conjunta del vector de portafolios. Para ello se recurre a la herramienta de cópulas, por su utilidad en la medición de dependencia de variables aleatorias, como consecuencia del Teorema de Sklar (1959). Primero se estudió este tipo de cotas para el VaR, las cuales son introducidas por Embrechts (1991), y se realizó una generalización de estas cotas para el Déficit Esperado y para la clase de medidas de riesgo convexas e invariantes en ley, que son comonótonas. Posteriormente se proponen cotas para la versión dinámica del Déficit Esperado con horizonte finito.

**Ecuaciones de Poisson local, aplicadas a la optimización de portafolios. (RI)**

Diego Leonardo Hernández Bustos (diego.hernandez@cimat.mx)

En esta charla se considera una cadena de Markov  $\{X_t\}_{t=0}^{\infty}$  estacionaria (proceso factor), con conjunto de estados infinito numerable  $S$  y matriz de transición  $Q_{xy}$ ; una cuenta bancaria con tasa de interés  $r$ , que evoluciona de la siguiente manera: Si inicialmente se invierte un capital  $k$ , al tiempo  $t$  se tiene un capital  $ke^{rt}$ ;  $m$  activos con riesgo, donde  $Z$  es un vector aleatorio  $m$ -dimensional que representa para los activos sus precios relativos en un periodo; y una distribución de probabilidad condicional  $\nu(x, y, dz)$ , tal que el vector de precios relativos  $Z_{t+1}$  tiene esta distribución para el periodo entre  $t$  y  $t+1$  siempre que  $X_t = x$  y  $X_{t+1} = y$ . Además  $A \subset \mathbb{R}^m$  un conjunto finito, cuyos elementos representa la proporción de riqueza invertida en un periodo, es decir, la componente  $i$ -ésima de  $\alpha \in A$  representa la proporción de riqueza invertida en un periodo, para el  $i$ -ésimo activo con riesgo, y  $1 - \sum_{i=1}^m \alpha_i$  es la proporción de riqueza invertida en la cuenta bancaria para un periodo. La elección de estos vectores proporciones se puede hacer de manera determinista o aleatoria, por lo tanto, si  $A_t$  representa el vector aleatorio de proporciones invertidas entre los tiempos  $t$  y  $t+1$ ,  $V_t$  representa el valor de un portafolio al tiempo  $t$ , entonces bajo cierta proporción de riqueza invertida en particular, se sigue que:

$$V_{t+1} = V_t [e^r + A_t \cdot (Z_{t+1} - e^r(\vec{1}))].$$

Si  $\pi = \{\pi_t\}_{t=0}^{\infty}$  (estrategia de mercado) es una sucesión de núcleos estocásticos sobre  $A$  dado  $H_t$ , entonces el índice de desempeño o medida (riesgo-sensible) para una estrategia  $\pi$ , se define como:

$$J(\pi, x) := \lim_{t \rightarrow \infty} \left( -\frac{2}{\theta} \right) \frac{1}{t} \ln(E_x^\pi [e^{-\frac{2}{\theta} \ln V_t}]). \quad (3)$$

Donde  $E_x^\pi$  es el operador esperanza cuando  $X_0 = x$  y la elección de las proporciones de inversión se hace bajo la estrategia de mercado  $\pi$ , el parámetro  $\theta > 0$  está capturando las actitudes del inversionista, (ver [1] y [2]). El objetivo es encontrar una estrategia optima  $\pi$  que maximice (3); por lo tanto en la charla se mostrara que bajo ciertas condiciones de la cadena  $\{X_t\}_{t=0}^{\infty}$ , se puede utilizar una extensión (al caso infinito-numerable) de los resultados obtenidos en [3] para obtener una estrategia optima. **Bibliografía:** [1] Bielecki, T., Hernández-Hernández, D., Pliska, R.: *Risk sensitive control of finite state Markov chains in discrete time, with applications to portfolio management*. Math. Meth. Oper. Res. **50**, 167–188 (1999). [2] Bielecki, T., Pliska, R.: *Risk sensitive dynamic asset management*. Appl. Math. Optim. **39**, 337–360 (1999). [3] Alanís-durán, A., Cavazos-Cadena, R.: *An optimality system for finite average Markov decision chains under risk aversion*. Kybernetika. **48**, 83–104 (2012).

**Modelo matemático para originación de crédito.. (CP)**

Jose Alberto Islas Lopez (alberto192@hotmail.com)

En los últimos años en México, empresas dedicadas al crédito de consumo, buscan diferenciar el perfil de clientes de acuerdo a su historial crediticio, mejorando la calidad de sus carteras según el apetito de riesgo e incrementando la tasa de aprobación de sus solicitantes. Apoyándonos en la estrategia denominada "Cadena de Valor de la Inteligencia" [Dr. Viterbo Berberena González], que se refiere a la extracción de inteligencia de los datos. Se genera un Modelo Matemático para Originación de Crédito en una empresa mexicana del tipo Retail. Realizando un análisis univariado de datos, análisis de la varianza explicada, análisis de colinealidad, análisis de no linealidad, análisis de cardinalidad, análisis de la importancia de las variables independientes y finalmente una regresión lineal múltiple, se obtiene un score que califica a los nuevos clientes.

**Valoración de Swaps. (CDV)**

Karla Tapia Solares, Francisco Solano Tajonar Sanabria, Hugo Cruz Suárez (karlitap.46@gmail.com)

En este trabajo se lleva a cabo una breve introducción a los Swaps, comenzando desde su definición y algunos ejemplos, en seguida se presentan algunas formas de valorar los swaps.

**Caminata aleatoria de Lindley en procesos de decisión de Markov: Caso descontado y caso promedio. (RT)**

Ruben Blancas Rivera (rublan.fcfm@gmail.com)

Este trabajo pertenece al área de Procesos Estocásticos y Teoría de Control, específicamente a los Procesos de Decisión de Markov (PDM). Un PDM es utilizado para modelar un sistema que es observado de forma discreta en el tiempo y el cual cuenta con la propiedad de Markov. Se desarrolla la teoría de PDM para el estudio de la caminata aleatoria de Lindley, la cual tiene diversas aplicaciones en las áreas de inventarios y líneas de espera.

**Sustainable management in forest areas under conflict: an evolutionary game theoretic-approach. (CI)**

*Alfredo Omar Palafox Roca (aocontreras@gmail.com)*

Sustainable management of natural resources in forest areas under armed conflict has been analyzed using an evolutionary game-theoretic approach. The strategies of the community members for forest use are modeled taking into account the viability problem. The solutions are classified according to their stability properties. Implications of these results are discussed and a need for further research is highlighted.

**A graduate risk model for narcotrafficking and terrorism: an evolutionary game. (CI)**

*Carlos Obed Figueroa Ortiz, Saul Mendoza Palacios (cofigueroaor@conacyt.mx)*

In this paper we study how is the evolution of the levels of violence between the different groups of narcotrafficking. We see the conflict between the narcotrafficking groups as a graduate risk games; and the evolution of the violence by means of a evolutionary dynamics. We establish a relation between Nash equilibria (of the game) and the stability of the replicator dynamics. We also provide numerical approximation to the dynamical system. Finally, we contrast our result with empirical statistics to illustrate our results.

**Diferencias a la Hart-MasColell no compatibles. (CI)**

*Francisco Sánchez Sánchez (sanfco@cimat.mx)*

Dado un juego cooperativo  $(N, v)$ , sea  $G$  el espacio de todos los subjuegos de  $(N, v)$ . En 1989 Sergiu Hart y Andreu Mas Colell definen diferencias compatibles para justificar el axioma de contribuciones balanceadas. Ya con ello, caracterizan en  $G$  el valor de Shapley con los axiomas de eficiencia y contribuciones balanceadas. En esta plática se estudian diferencias que no necesariamente son compatibles para proponer y caracterizar otras soluciones.

**Solución a problemas de decisión con múltiples agentes usando teoría de juegos. (CI)**

*William José Olvera López, Francisco Sánchez-Sánchez (william@cimat.mx)*

En este trabajo abordamos un problema de decisión multiagente. En él, existe un conjunto finito de posibles decisiones que pueden tomarse, pero solamente una de ellas es la que se tomará. Cada agente obtiene un monto como resultado de tomar cada decisión, y es posible que diferentes agentes prefieren tomar diferentes alternativas. Proponemos una solución para este problema basándonos en compensaciones: los agentes negocian entre ellos sobre un monto que reclaman por tomar una alternativa que (posiblemente) no sea adecuada para ellos. Para la construcción de la solución nos valemos de teoría de juegos cooperativos e ideas del diseño de mecanismos. Además mostramos que, si se fija como una regla que las compensaciones serán calculadas bajo este proceso, todos los agentes preferirán tomar la misma decisión, lo cual puede interpretarse como un resultado de estabilidad para el problema. Adicionalmente, mostramos algunas propiedades adicionales de la solución propuesta y una caracterización de ella. Consideremos el problema de las rutas: existe un grupo de agentes de ventas que necesitan viajar de un origen hacia un destino dados. Existen varias rutas posibles para hacer este viaje. Cada agente conoce (o por lo menos, tiene una estimación) del monto que puede obtener, debido a sus ventas, en cada ruta. El problema es que existe un único medio de transporte para llevar a los agentes del origen hacia el destino dados. Así que, ¿Cómo puede tomarse la decisión de qué ruta seguir? Si ésta ya se eligió, ¿Cómo deben repartirse el monto que consiguieron? Si cada uno de ellos tuviera su propio vehículo, cada agente de ventas manejaría a través de su ruta más conveniente. Claramente, aquí tenemos un problema de decisión puro multi-agente y lo resolvemos de acuerdo con la solución que estamos proponiendo.

**Juegos evolutivos en espacios métricos: teoría y ejemplos. (RI)**

*Saúl Mendoza Palacios (smendozap@gmail.com)*

Los juegos evolutivos son una clase de juegos no cooperativos donde la interacción de estrategias se estudia a través de un sistema dinámico. En la charla hablaremos de la dinámica del replicador y se mostrará un marco general para estudiar a los juegos evolutivos con estrategias sobre espacios métricos. Se mostrarán criterios de estabilidad y su relación con los equilibrios de Nash (de un juego de forma normal). Se ilustrarán los principales resultado con algunos ejemplos, por mencionar algunos, modelo de guerra de desgaste, modelo de riesgo graduado, Mercados oligopólicos, y modelo de la tragedia de los comunes.

**Un ranking de popularidad. (CI)**

*Julio César Macías, William José Olvera López (jlmacias@correo.uaa.mx)*

En este trabajo medimos la popularidad de los elementos de un conjunto de agentes que se enfrentan entre sí. En una liga deportiva por ejemplo, los equipos se enfrentan y en cada confrontación se registra una taquilla que se traduce en recursos. Luego entonces es deseable identificar al agente que más impacta en la generación de recursos. Nosotros procedemos de manera axiomática para caracterizar un ranking. En particular nos basamos en la teoría de juegos cooperativos para sustentar nuestra propuesta. La solución que obtenemos es un valor de Shapley de un juego cooperativo: “el juego de popularidad”.

**Optimalidad ergódica en juegos markovianos.** (CDV)

*Leonardo R. Laura Guarachi* (lguarachi@gmail.com)

El estudio de los juegos markovianos fue iniciado por L. S. Shapley (1923–2016). En su primer trabajo sobre este tema, publicado en 1983, demostró la existencia de estrategias óptimas en una subclase de juegos markovianos de suma cero. En este tipo de juegos existe una única función de pago; el primer jugador trata de maximizar dicha función, en cambio el segundo jugador trata de minimizar. En posteriores investigaciones, se ha estudiado extensivamente las propiedades y caracterizaciones del criterio de optimalidad promedio esperado. En esta charla presentaremos dos ejemplos que ilustran muy bien este tema: “The Big Match” y “The Paris Match”.

**Soluciones a situaciones de secuencia.** (CI)

*Oliver Antonio Juárez Romero* (ojuarez@cimat.mx)

En esta charla abordaremos el método axiomático para caracterizar soluciones a problemas de secuencias. Se propondrá una nueva solución para este tipo de problemas, la cual está basada en la idea del potencial de un juego. Luego presentaremos los juegos en forma de función característica generalizada. Estos juegos generalizan los juegos de utilidad transferible asignando un número real a toda coalición ordenada (permutación) de cualquier subconjunto de jugadores. A partir de la solución dada para problemas de secuencias proponemos una solución para este tipo de juegos.

**Ganancia y déficit comercial en EUA.** (CI)

*Alejandro Valle Baeza* (vallebaeza@gmail.com)

En la ponencia se analiza la relación entre ganancia y déficit comercial y se aplica el resultado a los EUA. Se examina el problema con base en dos perspectivas distintas la poskeynesina y la marxista que tienen visiones opuestas sobre el efecto del déficit comercial en las ganancias de las empresas. El problema es de la mayor relevancia pues está conectada con la deuda externa y EUA es el mayor deudor del mundo.

**Análisis de la distribución interior del tráfico marítimo: una aplicación del modelo gravitacional.** (CI)

*Rafael Garduño Rivera, Lorena García Alonso* (rafael.garduno@cide.edu)

El análisis de la distribución interior del tráfico marítimo es relevante dado que el coste del transporte terrestre supone una parte muy importante del coste logístico. Profundizar en el conocimiento de las variables que determinan su distribución entre los puertos puede contribuir a desarrollar estrategias que permitan reducir estos costes. Sin embargo, los trabajos empíricos centrados en este tema son escasos. El objetivo de este trabajo es contribuir a llenar este vacío. Proponemos analizar la distribución del tráfico marítimo desde una perspectiva espacial desarrollando un modelo gravitacional que será aplicado a un caso de estudio: el análisis del área de influencia de los principales puertos españoles de contenedores. Los resultados preliminares muestran que el volumen de tráfico previo favorece la atracción de nuevos flujos, mientras que la distancia que separa al puerto de la provincia de origen del flujo actúa como factor de repulsión.

**Juegos cooperativos en órdenes arbitrarios para problemas de asignación de espacios.** (CI)

*Walter Josué Manzanarez Cárdenas, William José Olvera López* (wjmancar@gmail.com)

En este trabajo se estudian juegos cooperativos con estructuras de cooperación donde se tiene un conjunto finito de jugadores y una función que asocia a cada posible manera de asignar espacios entre los jugadores un número real, con la innovación que se permite que un mismo agente tenga asignado más de un espacio y donde además se permite que los espacios estén vacíos. Esta modelación puede utilizarse de manera efectiva en situaciones donde el monto conseguido por un conjunto de agentes depende de cómo se acomoden éstos en un espacio determinado, como la repartición de espacios en oficinas, problemas de asignación en agricultura, etc. Para el caso en cuando el número de jugadores es igual al número de espacios, presentamos una solución caracterizada axiomáticamente utilizando las propiedades que caracterizan el bien conocido Valor de Shapley para juegos en forma característica, así como propiedades adicionales de la solución. Finalmente, planteamos las bases para resolver el problema cuando se tienen más agentes que espacios y más espacios que agentes.

**Mercados financieros de alta frecuencia: Equilibrio de Nash en modelos de impacto de precios.** (RT)

*Jennifer Rangel Madariaga* (jennifer.rangelm@gmail.com)

Impulsados por los avances tecnológicos como los sistemas de operaciones electrónicos, las empresas financieras han automatizado las órdenes. Como consecuencia de ello la velocidad con la que puede operarse es impresionante, dando lugar a un nuevo tipo de mercados conocidos como mercados de alta frecuencia. Dentro de este tipo de mercados la dinámica económica cambia. El equilibrio de Nash es un concepto clave en teoría de juegos, describe la estrategia óptima a seguir para los participantes de un juego no cooperativo. Si aplicamos este concepto al entorno financiero de alta frecuencia proponiendo a los jugadores como los agentes donde el objetivo del juego es minimizar el costo esperado podemos obtener resultados interesantes que servirían como complemento de la literatura que ya existe. Éste trabajo pretende dar una solución óptima en el sentido de equilibrio de Nash incorporando el concepto de impacto de mercado, a sabiendas de que el rendimiento total de una inversión está influenciado por la manera en la que se hace la liquidación y de la velocidad con la que puede transaccionarse en los mercados de alta frecuencia.

**Aportaciones de las variables explicativas al  $\mathbb{R}^2$  desde un punto de vista de la Teoría de Juegos Cooperativos.** (RT)

*Jorge Arturo Garibay Díaz, Joss Erick Sánchez Pérez (arturo\_dz@hotmail.com)*

En este trabajo de Tesis pretendemos analizar las aportaciones que hace cada variable explicativa al  $\mathbb{R}^2$  en un modelo de regresión lineal desde el punto de vista de la teoría de juegos cooperativos. La idea es axiomatizar la fórmula ya conocida la cual mide la aportación que cada variable explicativa hace al  $\mathbb{R}^2$  utilizando el valor de Shapley y otros conceptos de la teoría de juegos cooperativos.

**Modelación de situaciones de soborno utilizando teoría de juegos.** (RT)

*Vladimir Alejandro Rodríguez Giménez (vladimirrodriguez@outlook.com)*

El presente trabajo de investigación busca brindar un aporte al problema de la corrupción y el soborno desde un enfoque de la teoría de juegos. En primera instancia se ha desarrollado un modelo bayesiano que logra representar una situación de negociación entre cierto individuo, que infringe una ley de tránsito determinada, y un policía. Sin embargo, aunque el modelo fue desarrollado para explicar una situación particular, es perfectamente aplicable para situaciones donde interactúen un infractor y un inspector, y haya cabida para proponer un posible soborno en función de evitar el pago de una multa o sanción por parte del infractor. En dicho modelo, el infractor tiene la opción de suministrar una multa o sanción falsa, mayor a la realmente correspondiente al delito cometido, en función de crear las condiciones propicias para que el infractor decida sobornarlo. Con esta idea en mente, uno de los principales resultados obtenidos a través del modelo es que el posible soborno que pudiese recibir el inspector cuando decide mentir es mayor al posible soborno que pudiese recibir en el caso en el que dice la verdad. En consecuencia, bajo determinadas condiciones, el oficial o inspector tiene incentivos a mentir o exagerar la multa en función de recibir un soborno mucho mayor.

**Cuentas nacionales y balanza de pagos su utilización en el análisis de la macroeconomía de México y su relación con el déficit del sector externo.** (CI)

*Francisco Almagro Vázquez (falmag@hotmail.com)*

Se expone el análisis de la evolución de la macroeconomía y su vínculo con el déficit del sector externo de México mediante la aplicación del Sistema de Cuentas Nacionales y la Balanza de Pagos. Para el logro de este objetivo se investigaron las siguientes variables del sistema económico y sector financiero externo de México: producto interno bruto (PIB), su estructura por sectores económicos e institucionales, comercio exterior, relación de las tasas de crecimiento de las importaciones y del PIB, estructura de las importaciones y las exportaciones. Ahorro interno y necesidad de financiamiento externo. Análisis de absorción interna. Su efecto en la balanza de pagos. Relación de la contabilidad nacional y la balanza de pagos. Análisis de la situación de la deuda externa pública de México. Factores económicos y problemas estructurales que influyen en su resultado.

**Six models about the world income distribution. Evaluation of trends through 2010.** (CI)

*Carlos Arturo Soto Campos, Zeus Salvador Hernández Veleros, Liliana Henkel López (csoto@uaeh.edu.mx)*

Quah (1993) planteó la existencia de una regularidad empírica del crecimiento relacionada con la forma de la distribución del producto mundial: la bimodalidad o las dos cimas. En este artículo re-estimamos cinco modelos que atienden tal hecho y un nuevo modelo es propuesto. A partir de las tendencias hacia el 2010 derivadas de esos modelos determinaremos mediante pruebas intensivas de cómputo para investigar cual de ellos logra el mejor ajuste con respecto a los datos reportados para el año mencionado; nuestros hallazgos reflejan una distribución más polarizada a la señalada por Quah hace poco más de veinte años.

**Producción en masa, desigualdad y subdesarrollo.** (CI)

*David Mayer Foulkes (david.mayer@cide.edu)*

Las economías de mercado industriales, tanto desarrolladas como subdesarrolladas, se caracterizan por la coexistencia de: 1) grandes empresas con innovación intensa, con poder de mercado e ingresos concentrados. En el caso de economías subdesarrolladas, estas empresas absorben las tecnologías de gran escala de las economías desarrolladas. 2) Empresas pequeñas, aproximadamente competitivas y con poca capacidad de innovación, que principalmente absorben tecnologías. Construimos un modelo de dos sectores de la

economía de mercado industrial, uno innovador a gran escala, y el segundo adoptador de tecnologías, de pequeña escala. Consideramos dos economías industriales de mercado, una desarrollada, líder tecnológico, y la otra subdesarrollada, seguidor tecnológico. El modelo explica diferentes grados de concentración del ingreso, debido a beneficios altos y a salarios bajos, diferentes niveles de crecimiento paralelo o divergente, mayores rendimientos a las grandes inversiones, y la desigualdad señalada por Piketty (2014). El análisis muestra que las políticas de mercado son ineficientes e inequitativas si no incluyen políticas de cambio tecnológico que apoyen tanto la innovación como la absorción.

**Desigualdad de Theil y polarización de Esteban-Ray: buscando nuevas axiomatizaciones.** (CI)

*Leobardo Pedro Plata Pérez (lplata@uaslp.mx)*

En esta charla se presentan nuevas axiomatizaciones para entender el significado de dos importantes indicadores de bienestar: el índice de desigualdad de Theil y el índice de polarización de Esteban-Ray. El primero mide desigualdad haciendo que las diferencias de ingreso entre pobres cuenten más que las diferencias de ingreso entre ricos. El conocido índice de Gini considera la diferencia entre 100 000 y 100 002 pesos, con el mismo peso que la diferencia entre 10 y 12 pesos. La distinción económica, más que la aritmética, tiene sentido cuando hablamos de desigualdad de ingresos entre la población. El índice polarización es otro indicador de bienestar que trata de capturar la formación de grupos homogéneos internamente pero antagónicos y alejados entre sí externamente. El trabajo generaliza la metodología de Plata et al (2015) que se usó para caracterizar el índice de Gini con cuatro axiomas.

**Trade liberalization in México and the Heckscher-Ohlin Theorem: An input-output analysis.** (CI)

*Pablo Ruiz Nápoles (ruizna@unam.mx)*

Neoclassical trade theory is largely based on the Heckscher-Ohlin theorem. This proposition has survived all criticisms for many decades and is still the basis for orthodox free-market trade policies. According to Ohlin's argument, in an international free-trade market, a country can optimize its production and consumption by partially specializing its economy in the areas of production in which it has comparative advantages, derived from its relative factor endowment, and by receiving in exchange those goods it produces with comparative disadvantages. The H-O theorem has been tested by various methodologies under different scenarios. Still, the most cited test was conducted by Wassily Leontief for the U.S. economy using its 1947 input-output table. However, his results contradicted the theorem's predictions, which gave rise to the so-called, "Leontief paradox". Using Leontief's model, we test the H-O theorem as applied to the Mexican economy during the period in which free international trade prevailed, to find out whether the economic strategy with free trade has bolstered Mexico's comparative advantages based on its relative factor endowments, as the theorem maintains. Our results clearly show that the H-O theorem does not apply to Mexico in the period following trade liberalization.

**El Mercado de trabajo en México: Un modelo de brecha salarial por segmento de edad y nivel educativo en el período 2005-2013.** (RT)

*Gonzalo López Vega (Gonza.ecouaz@hotmail.com)*

Los componentes del mercado de trabajo son diversos y amplios, por el alcance del estudio. Es necesario analizar el mercado de trabajo desde una perspectiva del capital humano, específicamente el factor educación. Lo importante El objetivo principal consiste en demostrar que el nivel educativo puede ayudar a combatir la desigualdad (expresado en brecha salarial), tanto en lo social como en el mercado laboral y así, fomentar la competencia de los agentes económicos que se encuentren dentro de dicho mercado. Un segundo objetivo es explicar las causas de la diferenciación salarial dentro del mercado de trabajo analizado desde un enfoque de segmentación entre la edad y la instrucción escolar, además validar la teoría del capital humano. El último objetivo es medir el impacto a un aumento de años educación y su relación con la edad de la persona expresada como la experiencia mediante técnicas de Econometría usando datos panel.

**Evolución de los modelos de decisión bajo incertidumbre.** (RT)

*Karla Flores Zarur, Leobardo Pedro Plata Perez (saratustras@icloud.com)*

Se revisan los modelos matemáticos de las axiomatizaciones de las decisiones bajo incertidumbre. Se presentan los axiomas y pasos fundamentales de las pruebas de VNM (Von Neumann–Morgenstern) para la utilidad esperada y de la extensión de Savage para axiomatizar la utilidad subjetiva. A partir de Savage se han desarrollado diversas líneas para explicar la paradoja de Allais y otras paradojas similares que se obtienen de conductas expresadas en experimentos empíricos de decisión. Abordamos particularmente los temas de la sofisticación probabilística y de la ambigüedad, en especial la paradoja de Ellsberg.

**Un modelo para la formación de demarcaciones administrativas.** (RT)

*Oscar Fontanelli, Pedro Miramontes, Germinal Cocho, Wentian Li (oscarfontanelli@gmail.com)*

Se presenta un modelo computacional para describir la formación y evolución de demarcaciones administrativas dentro de un país y su efecto en la distribución poblacional. Se propone una función rango-tamaño de dos parámetros como modelo estadístico de

datos poblacionales y se discute su bondad de ajuste para un conjunto de 150 países. Presentamos evidencia numérica de que esta función es consistente con nuestro modelo computacional y concluimos que es mejor que las usuales leyes de potencias para describir la distribución de la población a lo largo de divisiones administrativas.

**Estrategias óptimas de liquidación en mercados ilíquidos bajo aversión al riesgo. (RT)**

*José Alberto Miranda Campos* (act.albertom@gmail.com)

En los modelos clásicos de Finanzas Matemáticas se asume que es posible transaccionar posiciones arbitrariamente grandes de los activos al precio de mercado actual sin afectar este precio. Esto no refleja la realidad de las transacciones en gran escala: primero, una prima debe de ser pagada para poder transaccionar; segundo, las transacciones grandes tienen un impacto de larga duración en los precios futuros. En este trabajo, se desarrolla un modelo matemático que abandona el supuesto clásico de liquidez y describe el impacto que sufre el precio de un activo cuando se ejecutan transacciones grandes sobre él; el modelo de Almgren y Chriss. Bajo este modelo se analiza un problema de liquidación óptima con métodos de control estocástico; así como la influencia de la aversión al riesgo en el comportamiento de las estrategias óptimas.

---

## Probabilidad

Coordinador: María Asunción Begoña Fernández Fernández  
 Edificio 221, Aula G  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN	Eliane R. Rodrigues	Aroldo Pérez Pérez	Luz Judith Rodríguez	Hector Jasso F.
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Leonel Pérez Hdez.	Yuri Salazar	Beatris A. Escobedo	Sergio I. López
10:30–11:00	PLENARIA				
11:00–11:30		RECESO			
11:30–12:00	TRASLADO	Juan Ruiz de Chávez	Luis Rincón	Max Emmanuel Mitre	Natividad Rivera
12:00–12:30					
12:30–13:00					
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30			Lizbeth Y. Garrido		
17:30–18:00		Patricia Vázquez O.	PLENARIA	PLENARIA	
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30			ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Un modelo de Poisson no homogéneo con componentes espaciales: Una aplicación a datos de ozono de la Ciudad de México.** (CI)

*Eliane R. Rodrigues* (eliane@math.unam.mx)

En esta plática se considera un modelo de Poisson no homogéneo donde la presencia de componentes espaciales son consideradas. Se toma un proceso de Poisson con función de tasa de tipo Weibull y una dependencia espacial es considerada para los parámetros de esta función de tasa. La estimación de estos parámetros es realizada utilizando inferencia Bayesiana. El modelo es aplicado a datos de ozono de la Ciudad de México. Este es un trabajo conjunto con Dani Gamerman, Mario H. Tarumoto y Guadalupe Tzintzun.

**Portafolios de Inversión. Una perspectiva riesgo retorno.** (CI)

*Leonel Pérez Hernández* (lperezhernandez@yahoo.com)

Consideraremos extensiones de la Teoría de Portafolios de una perspectiva Media-Varianza a el contexto de considerar medidas de riesgo y distanciarse de los supuestos de Gaussianidad del vector de retorno.

**Cambios en la distribución de probabilidad y su aplicación a la valuación de opciones.** (CDV)

*Juan Ruiz de Chávez* (jrch@xanum.uam.mx)

Una motivación para hacer cambios en la distribución de probabilidad se encuentra cuando se quieren valorar derivados financieros. Esto se basa en la idea de transformar al proceso de precios en una martingala. Aquí vamos a dar algunos conceptos y ejemplos sencillos, en tiempo discreto.

**Sobre cambios de medida y el primer tiempo de llegada.** (RI)

*Wincy Alejandro Guerra Polania* (uinxyter@gmail.com)

En esta plática se presentará el problema de tiempos de llegada para difusiones y se ilustrarán algunas de sus aplicaciones. Se mostrará cómo la solución a una ecuación en derivadas parciales permite construir una derivada de Radon-Nikodym adecuada y cómo este cambio de medida permite recuperar fórmulas explícitas para las probabilidades de transición y la densidad del primer tiempo de llegada de una familia de procesos de Ito a través de las fórmulas conocidas para el movimiento Browniano.

**Estimación de la estabilidad de la probabilidad de ruina en el modelo clásico de riesgo. (RI)**

Patricia Vázquez Ortega, Evgueni Gordienko (patricia.v.ortega@gmail.com)

Consideramos el problema de estabilidad de la probabilidad de ruina en el modelo clásico de riesgo, en la situación cuando la función de distribución  $F$  de los montos de las reclamaciones es desconocida y se cambia por una aproximación  $\tilde{F}$  (que da lugar a un modelo aproximado). La aproximación  $\tilde{F}$  de  $F$  puede ser obtenida por ejemplo, mediante estimaciones estadísticas.

Dado un capital inicial  $u \geq 0$ , consideramos las probabilidades de ruina  $\psi(u)$  y  $\tilde{\psi}(u)$  en el modelo real y en el modelo aproximado respectivamente.

Aplicando técnicas de operadores contractivos y métodos de la teoría de métricas probabilísticas mostramos desigualdades que ofrecen una estimación de la calidad de aproximación entre  $\psi(u)$  y  $\tilde{\psi}(u)$ .

**Modelos de Markov para la trayectoria académica de estudiantes de la UJAT. (CDV)**

Aroldo Pérez Pérez, Addy Margarita Bolívar Cimé, Carmen Notario de la Cruz (aroldopz2@gmail.com)

En este trabajo, mediante el empleo de la teoría de cadenas de Markov homogéneas a tiempo discreto, específicamente, la teoría respecto a los tiempos y probabilidades de absorción, pronosticamos el tiempo promedio de egreso y el tiempo promedio de retiro para los estudiantes de la licenciatura en matemáticas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), así como la probabilidad para cada semestre de, eventualmente, desertar o egresar.

**Dependencia extrema general en copulas paramétricas y modelos no paramétricos. (CI)**

Yuri Salazar Flores (yurisf@ciencias.unam.mx)

En esta plática se discutirá el uso de las cópulas asociadas para el análisis de dependencia extrema en modelos multivariados paramétricos y no paramétricos. Se analizará como el uso de las cópulas asociadas simplifica el estudio de la dependencia extrema no positiva permitiendo usar los resultados para dependencia superior e inferior. Se considerarán los modelos de cópulas más populares y el enfoque no paramétrico. Finalmente se discutirán algunas aplicaciones a datos financieros y líneas futuras de investigación.

**Una fórmula recursiva para los momentos de algunas distribuciones. (CI)**

Luis Rincón (lars@ciencias.unam.mx)

La familia exponencial es una clase importante de distribuciones de probabilidad. En esta colección se agrupan algunas de las distribuciones más utilizadas, tanto del tipo discreto como continuo. En este trabajo se presenta una fórmula recursiva general para calcular los momentos de una subclase de la familia exponencial de un parámetro. Esto incluirá a las distribuciones binomial, Poisson, gama y normal, entre otras.

**Un algoritmo EM (Esperanza-Maximización) estocástico para construir tablas de mortalidad. (CI)**

Luz Judith Rodríguez Esparza, Fernando Baltazar Larios (judithr19@gmail.com)

Se propone utilizar el concepto de la edad fisiológica para modelar el proceso de envejecimiento mediante el uso de distribuciones tipo fase para calcular la probabilidad de muerte. Se considera un proceso de saltos de Markov con espacio de estados finito para modelar el proceso hipotético de envejecimiento. Suponemos además, una evolución específica para el proceso de envejecimiento que determina la estructura de la matriz de intensidad del proceso de Markov. Por lo tanto, para construir una tabla de mortalidad el reto es estimar la matriz infinitesimal basada en los registros del proceso de envejecimiento. Teniendo en cuenta la naturaleza de los datos, se consideran dos casos: en primer lugar, tener información en tiempo continuo del proceso de envejecimiento (caso hipotético) y el caso más interesante, donde tenemos registros del proceso en tiempos determinados. Se utiliza un algoritmo EM para encontrar el estimador por máxima verosimilitud de la matriz de intensidad. La teoría se ilustra con un estudio de simulación y, finalmente, hemos utilizado nuestro modelo para ajustar a datos reales.

**Equilibrios sensibles al descuento en juegos diferenciales estocásticos de suma- cero y equilibrios correlacionados en juegos diferenciales estocásticos de suma- no cero. (CI)**

Beatris Adriana Escobedo Trujillo (bescobedo@uv.mx)

Primero estudiamos un juego diferencial estocástico de suma cero bajo diferentes criterios de optimalidad: optimalidad promedio o ergódica, optimalidad fuerte 0-descontada, optimalidad fuerte -1-descontada, optimalidad 0-descontada, optimalidad en sesgo, optimalidad rebasante y optimalidad promedio F-fuerte. El principal objetivo en este estudio es dar condiciones bajo las cuales los diferentes criterios de optimalidad enunciados previamente estén interrelacionados. En 1974 Aumann introduce el concepto de estrategias aleatorizadas correlacionadas para juegos de suma no cero en forma normal extendiendo el concepto de equilibrio de Nash. En esta plática presentamos el esquema de equilibrios correlacionados para juegos diferenciales estocásticos (JDE) de suma no cero con la finalidad de dar condiciones que garanticen la existencia de los mismos, y de esta manera extender el concepto de equilibrio de Nash en JDE de suma no cero.

**Juegos markovianos no cooperativos a tiempo continuo. (RT)**

Max Emmanuel Mitre Baez (maxvnj\_zurdo91@hotmail.com)

El fin de la plática es presentar condiciones para la existencia de equilibrios de Nash en juegos markovianos a tiempo continuo. Primero, se presentarán propiedades importantes de los procesos de Markov y herramientas tales como su semigrupo asociado, el generador infinitesimal de éste y la fórmula de Dynkin, la cual juega un papel fundamental en este trabajo. Después se definirá un juego markoviano no-cooperativo a tiempo continuo y la noción de equilibrio no cooperativo (también conocido como equilibrio de Nash). Posteriormente se presentan las funciones de pago para dos tipos de juegos: - Juego con función de pago con factor de descuento. - Juego con función de pago con recompensa promedio. Por último se presentarán teoremas de verificación para equilibrios de Nash en estos dos tipos de juegos.

**Inferencia estadística para procesos de saltos de Markov en ambientes aleatorios. (CI)**

Fernando Baltazar Larios, Mogens Bladt (fernandobaltazar@ciencias.unam.mx)

Se presentamos un algoritmo para la estimación máximo verosímil del generador infinitesimal de un proceso de saltos de Markov cuando se tienen las observaciones de varios procesos de saltos de Markov, que condicionados a un proceso subyacente, son independientes y tienen las mismas tasas de transición. Se estudian casos de observaciones a tiempo continuo y discreto.

**Modelos perturbados; algoritmo de iteración de valores aproximado. (RT)**

Lizbeth Yolanda, Jorge Alvarez Mena, Oscar Vega Amaya (lizy\_1907\_1990@hotmail.com)

Como comúnmente se plantea, por ejemplo en [2] o [4], dado el Modelo de Control

$$(X, A, \{A(x)|x \in X\}, Q, r),$$

el horizonte de planeación y el criterio de desempeño para una política  $\pi$  en  $\Pi$  el conjunto de políticas, el problema de control es la minimización de dicho criterio sobre  $\Pi$ ; en este proyecto el criterio de desempeño es el de costo descontado total esperado a un horizonte infinito, con  $X$  y  $A$  espacios de Borel. Es decir, el desempeño de una política  $\pi \in \Pi$  es  $V(\pi, x)$ , donde:

$$V(\pi, x) = \mathbf{E}_x^\pi \left[ \sum_{n=0}^{\infty} \alpha^n r(x_n, a_n) \right], \pi \in \Pi, x \in X,$$

donde  $\alpha \in (0, 1)$  es un factor de descuento dado. Se denota por  $V^*$  a la función valor  $\alpha$ -descontada, es decir,

$$V^*(x) = \inf_{\pi \in \Pi} V(\pi, x)$$

Así, el problema de control es encontrar una política  $\pi \in \Pi$  tal que

$$V^*(x) = V(\pi, x), \text{ para cada } x \in X.$$

por lo que dicha política que cumpla lo anterior sera una política óptima  $\alpha$ -descontada.

Sea  $M_b(X)$  el espacio funciones medibles y acotadas sobre  $X$  dotado de la norma supremo. Para cada  $u \in M_b(X)$  se define

$$Tu(x) := \min_{a \in A(x)} \left[ c(x, a) + \alpha \int_X u(y) Q(dy|x, a) \right],$$

para cada  $x \in X$ . El operador  $T$  es llamado operador de programación dinámica. El operador de programación dinámica y su solución juegan un papel central en a teoría de los problemas de decisión de Markov descontados, ya que:

- Bajo las condiciones de medibilidad y otras para el modelo de control, mediante el operador de programación dinámica se asegura la existencia de políticas óptimas (Ver [2] Teorema 4.2.3).
- El operador  $T$  es de contracción y tiene solución única en  $M_b(X)$ .
- La función valor  $V^*$  es solución del operador de programación dinámica.

En [1], [2] o [4] por mencionar algunos, se presentan técnicas para determinar la función valor y una correspondiente política óptima, uno de estos es el de Iteración de Valores (IV); se trata de la sucesión de funciones iteradas  $\{v_n\}$ , (ver [2] pag. 49.), donde:

$$v_n(x) := Tv_{n-1}(x)$$

para todo  $x \in X$  y  $n = 1, 2, \dots$ , con  $v_0 := 0$ . Gracias a la propiedad de contracción del operador  $T$ , las iteraciones  $\{v_n\}$  convergen a  $V^*$ . De esta forma a partir de aproximaciones por medio de sucesiones de funciones que convergen a la función valor  $V^*$ , se pueden determinar políticas que se espera sean cercanas a una óptima.

Sin embargo implementar computacionalmente el algoritmo de Iteración de Valores para sistemas con espacios de estados numerable o continuo no es viable. Una manera de esquivar este problema es alternando el operador de programación dinámica con un operador de aproximación o promediador  $L$ . Esta idea da origen a dos modelos  $\tilde{M}$  y  $\bar{M}$  que pueden interpretarse como aproximaciones al modelo original  $\mathcal{M}$ , los cuales tienen como operador de programación dinámica a  $LT$  y  $TL$  respectivamente, definiendo de esta forma al algoritmo de iteración de valores aproximado.

El objetivo general de este ponencia es desarrollar la teoría referente a la existencia de políticas óptimas para los modelos perturbados  $\tilde{M}$  y  $\bar{M}$ , así como establecer cotas de aproximación en la comparación de los desempeños generados por las políticas determinadas en el algoritmo de iteración de valores para el operador de programación dinámica  $T$  y las políticas determinadas por el algoritmo de iteración de valores aproximado para los operadores  $TL$  y  $LT$ . Además se llevará a cabo la implementación del algoritmo de iteración de valores aproximado para un problema académico de sistema de inventario. **Bibliografía:** [1] Bertsekas, D.P., Shreve, S.E., *Stochastic Optimal Control: The Discrete Time Case*, Athena Scientific, Belmont, Massachusetts, 1996. [2] Hernández-Lerma O., Lasserre J.B., *Discrete-time Markov control processes. Basic optimality criteria*, Springer-Verlag, NY, 1996. [3] Howard, R.A., *Dynamic Programming and Markov Processes*, Wiley, New York, 1960. [4] Kallenberg L., *Markov Decision Processes*, University Of Leiden, 2009.

#### **Control híbrido en algunos procesos de Markov. (CI)**

Héctor Jasso Fuentes (hjasso@math.cinvestav.mx)

En esta plática se pretenderá transmitir el concepto de sistema controlado con dinámica híbrida de tipo markoviana, así como el problema de control óptimo asociado a este tipo de sistemas. Explicados los conceptos anteriores, se mostrarán resultados de optimalidad en dinámicas híbridas específicas; por ejemplo, dinámicas a tiempo discreto (procesos de decisión de Markov) o dinámicas a tiempo continuo (ecuaciones diferenciales ordinarias tipo determinísticas o estocásticas). La técnica que usaremos para mostrar la existencia de políticas óptimas de control será la programación dinámica y si da tiempo se mencionarán métodos alternativos de solución tales como la programación lineal infinita.

#### **Percolación de último pasaje: partículas, superficies en crecimiento y árboles geodésicos. (CP)**

Sergio Iván López Ortega, Leandro Pimentel (silo@ciencias.unam.mx)

El modelo de percolación de último pasaje consiste en lo siguiente. Tenemos una malla ( $Z^2$ ) en donde cada vértice  $x$  hay una v.a. continua positiva, a la que se le conoce como el peso de  $x$ . Todos los pesos son independientes. Consideramos trayectorias entre dos puntos  $x$  y  $y$  ordenados (coordenada a coordenada) que consisten en sucesiones de vértices donde el punto inicial es  $x$ , el punto final es  $y$ , los vértices adyacentes son vecinos, pero además las trayectorias mismas sólo pueden ir hacia arriba o hacia la derecha en cada paso. El peso de cada trayectoria es la suma de los pesos de sus vértices. La función de percolación entre dos puntos  $x$  y  $y$  ordenados se define como el máximo de los pesos entre todas las trayectorias admitidas y la geodésica entre tales puntos es la trayectoria que tiene el peso máximo. Este modelo ha recibido gran atención en las últimas décadas debido a que está relacionado fuertemente con otros modelos clásicos (como los modelos de filas en tandem) y además está en la clase KPZ; es decir, se espera que su dinámica, tras escalarse en tiempo y espacio, corresponda a la dinámica de la célebre ecuación de Kardar, Parisi y Zhang. En esta charla examinaremos el modelo de percolación de último pasaje y algunos de los avances en los últimos años. Analizaremos la relación existente tal modelo y modelos de transporte microscópicos, modelos de crecimiento de superficies y el bosque generado por las trayectorias con peso maximal. Utilizando tales relaciones mostraremos un resultado sobre la finitud del bosque que tiene raíz en el origen.

#### **Procesos de decisión de Markov con factores de descuentos generalizados. (CI)**

Natividad Rivera Torres (nhatty\_9383.cgid@hotmail.com)

Un inventario constituye la cantidad de existentes de un bien o recurso cualesquiera, un Sistema de Inventarios es un conjunto de normas, métodos y procedimientos aplicados de manera sistemática para planificar y controlar los materiales y productos que se emplean en una organización. Por otra parte se considera a los inventarios como acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso, y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística en una empresa. Los inventarios probabilísticos se complementan con una introducción a inventarios dinámicos probabilísticos y los inventarios con procesos estocásticos, en particular con Cadenas de Markov que dan solución a ciertos inventarios que presentan un comportamiento discreto y que siguen cierto proceso. Se propone una metodología que da solución a los inventarios que presentan una tendencia de las distribuciones generalizadas. Esta metodología se fundamenta en la teoría de la inferencia estadística, por lo mismo que se requiere la determinación de la distribución, la estimación de los parámetros y pruebas de bondad de ajuste, para ello es necesario trabajar un programa que nos ayuda a ver la bondad del inventario y la conveniencia del mismo. Es por ello la importancia de aplicar la teoría fundamental de Cadenas de Markov para determinar el comportamiento de los inventarios evitando así pérdidas económicas para los inversionistas.

**Procesos de decisión de Markov con horizonte aleatorio y costo terminal. (RI)**

*María del Rocio Ilhuicatzí Roldán (rociol@hotmail.com)*

Dentro del área de Procesos de Decisión de Markov se estudian problemas de control estocástico en tiempo discreto. Un problema clásico analizado dentro de esta teoría es aquel que considera como criterio de rendimiento un costo total esperado con horizonte finito suponiendo un costo terminal que depende del estado final del sistema. Dicho problema se resuelve mediante programación dinámica. En este trabajo se plantea el problema de control óptimo considerando un horizonte aleatorio independiente del proceso de control el cual puede modelar la ocurrencia de algún suceso ajeno al proceso que obligue a terminarlo. Además, en este caso, también es posible suponer que existe un costo terminal que dependería del horizonte aleatorio y del estado final del proceso. Bajo el supuesto de que la distribución del horizonte aleatorio tiene soporte finito se establece la ecuación de programación dinámica que dará solución al problema propuesto. Adicionalmente, se muestran aplicaciones en un problema de reemplazo óptimo y en un problema de control de inventarios.

---

## Problemas Inversos

Coordinador: J. Héctor Morales Bárcenas

Edificio 221, Aula A

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
9:00–09:30	INAUGURACIÓN	Abdon Eddy Choque	Lorenzo H. Juárez			
9:30–10:00						
10:00–10:30	RECESO	Silvia Reyes Mora	Miguel Ángel Moreles			
10:30–11:00	PLENARIA					
11:00–11:30	RECESO					
11:30–12:00	TRASLADO	Fernando Brambila P	Marcos A. Capistrán			
12:00–12:30	Mario Medina Valdéz					
12:30–13:00		Pedro Romero M.	Hugo Alberto Flores			
13:00–13:30	Herminio Blancarte	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	
13:30–14:00						
14:00–14:30	C O M I D A					
14:30–15:00						
15:00–15:30						
15:30–16:00						
16:00–16:30						
16:30–17:00						
17:00–17:30				PLENARIA	PLENARIA	
17:30–18:00						
18:00–18:30						
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA				
19:00–19:30				ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:30–20:00	Traslado	Traslado				

### Problemas inversos a través de la recuperación de una imagen. (CI)

Mario Gerardo Medina Valdéz (mvmg@xanum.uam.mx)

En una imagen digital se representa información visual de lo que se observa a través del sentido de la vista y que se obtiene por medio de sensores de un aparato, como una cámara fotográfica, la información visual se transforma en una señal eléctrica, que a su vez se representa a través de un arreglo matricial, bidimensional en el caso de imágenes en blanco y negro. Un problema interesante consiste en recuperar la imagen original, la cual no contiene ruido o degradación en forma de borrado. Presentaremos técnicas básicas que nos permitirán recuperar lo mejor posible la imagen original. Se introducirán métodos para resolver “problemas inversos”, incluyendo deconvolución de imágenes. Así, tendremos un marco que permite estudiar problemas en una variedad de campos.

### Sobre un problema inverso y el problema de autoadjuntos de la ecuación de Bessel singular y la ecuación de Sturm-Liouville en la semirrecta. (CI)

Herminio Blancarte Suárez (herbs@uaq.mx)

Antecedentes: En el teorema 3, páginas 481-483 de [1]. Siguiendo la aproximación de Marchenko [2]. Se establece una relación de unicidad para dos problemas de Sturm-Liouville simétricos con valores a la frontera tipo Robin en la semirrecta:  $j = 1, 2$  de la forma

$$\begin{aligned}
 -y'' + q_j(x)y &= s^2y, & 0 < x < \infty, \\
 y'_j(0) - h_j y_j(0) &= 0.
 \end{aligned}$$

donde  $s$  es el parámetro espectral real con  $s \in \{\lambda(h_1), \mu(h_2)\}$ ,  $h_j$  son números reales con  $h_1 \neq h_2$ ,  $\{\lambda(h_1), \mu(h_2)\}$  representa la misma familia de autovalores para ambos problemas,  $q_j(x)$  son funciones continuas de valores reales. Un primer objetivo del artículo consiste en dar condiciones suficientes sobre el primer problema  $j = 1$  y sobre la correspondiente función espectral  $\rho_2$  para el problema  $j = 2$ . Entonces se determina la unicidad del segundo problema  $j = 2$ .

En esta plática, nos centramos en el segundo objetivo de [1], págs. 484-486. En cual se muestran, dos ejemplos relevantes del teorema 3 en el caso general, cuando sólo se tiene una condición de Dirichlet homogénea en cero en ambos ejemplos y el potencial  $V(x)$

es un potencial "regular", esto es, si  $\int_0^\infty x|V(x)| dx < \infty$ . El primer ejemplo, dado en Weder: [3], sobre la ecuación de Sturm-Liouville con condición homogénea de Dirichlet en cero en la semirrecta viene dado por

$$\begin{aligned} H_1 y(x) &:= -y''(x) + V(x)y(x) = \lambda^2 y(x), & 0 < x < \infty, \\ y(0) &= 0. \end{aligned}$$

Y el segundo ejemplo propuesto, es dado por ecuación de Bessel singular con condición homogénea de Dirichlet en cero en la semirrecta

$$\begin{aligned} H_2 y(x) &:= -y''(x) + \left( V(x) + \frac{l(l+1)}{x^2} \right) y(x) = \lambda^2 y(x), & (0 < x < \infty), \\ y(0) &= 0. \end{aligned}$$

Donde:  $\lambda$  es un número real,  $l$  es un número entero fijo. Si consideramos una familia común de autovalores  $\{\lambda_n(0)\}_{n \in \mathbb{N}}$  para  $H_1$  y  $H_2$  y las constantes de normalización  $c_i(n) := \int_0^x y_i^2(\lambda_n(0), t) dt$  donde  $i \in \{1, 2\}$  y  $y_i(\lambda_n(0), x)$  son soluciones para  $H_1$  y  $H_2$  respectivamente. Si adicionamos la hipótesis de continuidad del potencial  $V(x)$  sobre  $[0, \infty)$  entonces, existe una función espectral  $\rho_2$  para  $H_2$ . Además  $H_1$  y  $H_2$  poseen extensiones autoadjuntas  $\tilde{H}_1$  y  $\tilde{H}_2$  respectivamente. **Bibliografía:** [1] Blancarte H. *Determination of a linear differential equation on half-line and its spectral distribution function from the others related.* (2015). *Differential Equations and Applications*, DEA 0633, Volume 7, Number 4 (2015), 469–488. [2] Marchenko V.A. *Sturm-Liouville Operators and Applications*, Operator Theory: Advances and Applications vol. 22, OT 22, Birkhäuser Verlag Basel, Germany, 1986. [3] Weder R. *The  $L_p$ - $L_p$ ' estimate for the Schrödinger equation on the half-line.* (2003). *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 281, 233–243.

#### Sobre el problema inverso de la ecuación de Schrödinger: casos discreto y continuo. (CI)

Abdon Eddy Choque Rivero (abdon@ifm.umich.mx)

Resumen en PDF: [http://www.smm.org.mx/user\\_files/ponencias2016/894\\_ABDON\\_%20CHOQUE.pdf](http://www.smm.org.mx/user_files/ponencias2016/894_ABDON_%20CHOQUE.pdf)

#### El método de regularización variación total, para el problema inverso de reconstrucción de dominios perdidos. (CI)

Silvia Reyes Mora (sreyes@mixteco.utm.mx)

En el marco del procesamiento de imágenes digitales, se encuentra el problema de reconstrucción de dominios perdidos (también llamado inpainting), que consiste en reconstruir o restaurar partes deterioradas o perdidas de la imagen observada, a partir de información disponible alrededor del área observada, además de remover objetos que no sean de interés. Este problema tiene aplicaciones en áreas como la medicina, geofísica, astronomía, etc. El problema de reconstrucción de imágenes en dominios perdidos se puede plantear en términos de la ecuación operacional  $f = Tu + \eta$  donde  $f$  es la imagen dañada  $T$  es un operador lineal que representa la influencia del sistema óptico sobre la imagen original  $u$  y  $\eta$  es una variable que representa ruido. Debido a que el problema de recuperar  $u$  a partir del conocimiento de  $f$  y  $T$  es un problema inverso mal planteado en sentido de Hadamard, a la fecha se han planteado diferentes métodos de regularización para aproximar a la solución del problema, en esta ponencia daremos un panorama general de la formulación variacional basada en la regularización de variación total y en la ecuación de movimiento de la curvatura media, así como algoritmos numéricos de segundo orden basados en el método Newton semi-suave. Además mencionaremos los problemas abiertos en este tema.

#### Problemas inversos con ecuaciones parciales fraccionarias. Industria del Petróleo. (CI)

Fernando Brambila Paz (fernandobrambila@gmail.com)

Se generaliza el concepto de derivada a derivadas fraccionarias. Un problema que lleva 300 años es el de definir estas derivadas fraccionarias de manera que tengan una interpretación física y geométrica para su uso. En esta platica definiremos una derivada fraccionaria para el tiempo y otra para la variable espacial de manera que el problema inverso con las ecuaciones parciales fraccionarias modelen la presión con la que saldrá el petróleo de un medio con triple porosidad y triple permeabilidad.

#### Una breve introducción al problema de Calderon (RT)

Pedro Romero Martínez (zs10011598@gmail.com)

La Tomografía de Impedancia Eléctrica es un método de imágenes con potenciales aplicaciones en imágenes medicas, este método esta basado en el problema de Calderon: ¿Es posible determinar la conductividad eléctrica de un medio haciendo mediciones del voltaje y la corriente en la frontera? Esto se modela mediante un problema de Dirichlet donde la condición de frontera representa el voltaje. También se define una función que lo convierte a problema de Neumann, esta última condición representa la corriente sobre la frontera. En esta charla se revisarán los aspectos fundamentales de este problema inverso que son interesantes teóricamente hablando como para aplicaciones practicas: la unicidad, la reconstrucción, la estabilidad de las mediciones de frontera y la unicidad a partir de datos parciales.

**Demodulación de patrones de franjas. (CI)**

*Iván de Jesús May Cen* (imay@itsprogreso.edu.mx)

En metrología óptica generalmente se usan interferómetros ópticos para medir una amplia gama de cantidades físicas. Dependiendo de la aplicación, muchos tipos de interferómetros pueden ser usados, pero su objetivo común es producir un patrón de franjas que es modulado en fase por la cantidad física medida. La gama de variables físicas que pueden ser detectadas con este procedimiento de codificación de haz es grande: mediciones de profundidad, análisis de esfuerzo, gradientes de temperatura, y deformación de superficie pueden ser considerados como ejemplos típicos. Se asume la fase modulada mediante la función coseno :  $I(r) = b(r)\cos(\Psi(r))$ . La recuperación de la fase modulada  $\Psi(r)$  a partir del patrón de franjas  $I(r)$ , conocido como el proceso de demodulación, tiene implicaciones relevantes pues describe una amplia gama de variables físicas que requieren ser medidas. Se expondrán diversos métodos, implementados computacionalmente, para demodular los valores de fase  $\Psi(r)$ . A través de la deducción de estos métodos, se pondrá énfasis en la potencialidad de los métodos numéricos y de optimización, para la resolución de problemas inversos como el que se presenta.

**Problemas subdeterminados y sobredeterminados: Solución numérica. (CI)**

*Lorenzo Héctor Juárez Valencia* (hect@xanum.uam.mx)

En dimensión finita los problemas mal planteados más comunes llevan a sistemas algebraicos con mayor (y menor) número de incógnitas que ecuaciones. Las técnicas más comunes para resolverlos son de proyección en el caso de problemas sobredeterminados y de regularización en el caso de problemas subdeterminados. Utilizando los análogos en dimensión infinita, estudiamos la solución de problemas inversos y de control en ecuaciones diferenciales parciales. Se presentan ejemplos.

**Un enfoque bayesiano de un problema inverso en Geohidrología. (CI)**

*Miguel Ángel Moreles Vázquez, Liliana Guadalupe Salvador* (moreles@cimat.mx)

El problema inverso de interés es la estimación de parámetros fenomenológicos en modelos de flujo de acuíferos. La estimación es a partir de mediciones con ruido en tiempo y espacio del potencial piezométrico. Desarrollamos el enfoque bayesiano de estimación y su aplicación a varios ejemplos de la literatura. Consideramos también el método del sistema diferencial como solución del problema inverso, y su bondad de aproximación en el contexto bayesiano.

**Un problema inverso de reflexión y transmisión de ondas en medios estratificados. (CI)**

*Marcos Aurelio Capistrán Ocampo, Pham Chi Vinh, Tran Thanh Tuan* (marcos@cimat.mx)

Mostraré resultados cuantitativos sobre la reconstrucción de las propiedades mecánicas de un medio estratificado usando reflexión y transmisión de ondas. El propósito de este trabajo es estudiar la capacidad de un método introducido por Pham para calcular ondas reflejadas por una pila de capas de medios homogéneos para aproximar un material cuyas propiedades varían continuamente.

**Formulación Bayesiana de problemas inversos en Espacios de Hilbert. (CI)**

*Hugo Alberto Flores Arguedas, Marcos Capistrán Ocampo* (hugo.flores@cimat.mx)

La formulación bayesiana de un problema inverso en ecuaciones diferenciales parciales se enfrenta a la principal problemática de recuperar una función a partir de un conjunto finito de datos. A partir de esto, surge el enfrentamiento entre dos perspectivas: discretiza e invierte versus invierte y discretiza. En la literatura se encuentran referencias acerca de bajo qué condiciones ambos enfoques son equivalentes, lo que brinda consistencia en los estimadores. Estos estimadores, bajo el primer enfoque, suelen depender de la discretización que se realice. Por otro lado, es conocido que el conjunto finito de datos brinda información limitada, lo cual permite recuperar una aproximación para la función directamente relacionada con la dimensión efectiva de los datos. En esta charla se presentará una breve introducción a esta problemática.

## Sistemas Dinámicos

Coordinador: Cecilia Gonzalez Tokman; Gamaliel Blé González  
 Edificio 221, Aula M  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Martha Álvarez R.	Rogelio Valdez D.	Ferrán Valdez	Mónica Moreno		
9:30–10:00							
10:00–10:30	RECESO	Daniel A. Lozoya P.	Julio César Díaz C.	Jorge Atanacio Rosales	José Alberto May		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Luis Mario Lerma	Domingo González M.	Juan Manuel Estrada	Miguel A. Saloma		
11:00–11:30		<b>RECESO</b>					
11:30–12:00	TRASLADO	Juan Carlos Monter	Renato Leriche V.	José Cruz Rodríguez	Jerónimo Quistiano		
12:00–12:30	Xavier Gómez Mont	<b>Antonio García</b>	Josué Vázquez R	Luis Manuel Martínez	Cesar Maldonado		
12:30–13:00							
13:00–13:30	Sthefanie I. Sandoval	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		
13:30–14:00	Otto Héctor Romero						
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>						
14:30–15:00							
15:00–15:30							
15:30–16:00							
16:00–16:30							
16:30–17:00						Gustavo Carreón V.	<b>Jaime Burgos</b>
17:00–17:30	Alejandro Bravo D.	Héctor J. Arismendi					
17:30–18:00	Ramón E. Chan L.	Sandro Salvatierra A.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
18:00–18:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>			
18:30–19:00							
19:00–19:30	Traslado	Traslado					
19:30–20:00							

### Dinámica hiperbólica foliada. (CI)

Xavier Gómez Mont Avalos (gmont@cimat.mx)

Sea  $M$  una variedad compacta de dimensión  $m$  con una foliación  $F$  de dimensión  $n$ . La foliación es una descomposición del espacio en hojas de tal forma que localmente tiene una descripción local difeomorfa a las fibras de la proyección  $(x_1, \dots, x_m) \rightarrow (x_{n+1}, \dots, x_n)$ . Un campo vectorial  $X$  en  $M$  es  $F$ -foliado si es tangente a la foliación y existe una descomposición en suma directa del espacio tangente a la foliación  $TF = T^u + T^s + RX$  de tal forma que el flujo que genera  $X$  sea uniformemente expansivo en  $T^u$  y uniformemente contractivo en  $T^s$ . El objetivo de la ponencia será explicar que hay una familia de medidas de probabilidad que capturan el comportamiento asintótico del campo, que se denominan estados de Gibbs foliados. Estas medidas se obtienen del pasado lejano del flujo, al empujar la medida de Lebesgue en las variedades  $F$ -inestables. Si ponemos algunas hipótesis adicionales sobre la foliación podemos obtener un número finito de medidas de probabilidad ergódicas que nos describen el comportamiento asintótico de las hojas de la foliación. Este es un trabajo conjunto con Christian Bonatti y Matilde Martínez, que pueden encontrar en arXiv.

### Análisis y diseño de un péndulo caótico. (RT)

Sthefanie Izamar Sandoval Rodríguez (izamar\_estefa@hotmail.com)

Se presenta el análisis, diseño e implementación de un péndulo caótico. Se desarrollan las ecuaciones diferenciales que modelan el comportamiento del sistema. Se analizan las ecuaciones a través de técnicas no lineales tales como, análisis local de puntos críticos, diagramas de bifurcación, mapas de Poincaré. Se resuelven numéricamente las ecuaciones usando el método de Runge Kutta de Cuarto Orden. Se traducen los valores de los parámetros a valores de los componentes físicos y se muestra la implementación física. Para esta implementación se usaron diversos componentes que se adaptaron para el experimento. Se realizará un sistema de péndulo-resorte acoplado a un motor a pasos mediante un par de resortes, una polea, cuerda, y un disco donde será colocado una masa de péndulo. El motor de paso introducirá la señal de entrada al sistema (movimiento). Se obtendrán la posición y el ángulo del péndulo durante un periodo de tiempo para determinar el tipo de comportamiento presentado por el sistema. Para ello se modelará el sistema, obteniendo las ecuaciones de movimiento que determinan su comportamiento.

**Equidistribución, flujo horocíclico y 3-variedades hiperbólicas aritméticas. (RT)***Otto Héctor Romero Germán (ottohrg@gmail.com)*

Como motivación hablaré primero acerca de la equidistribución de soluciones a ciertas ecuaciones (Linnik, Duke). Después recordaré sobre la equidistribución del flujo horocíclico en la superficie modular (Zagier, Sarnak). Al final comentaré sobre la equidistribución del flujo horocíclico (en el haz tangente unitario) a 3-variedades hiperbólicas aritméticas.

**Modelo basado en agentes para solucionar el reto "Montañismo" en el World Robotic Olimpiad México. (CI)***Gustavo Carreón Vázquez, Jesús Enrique Hernández Zavaleta, Vicente Carrión Velázquez (gcarreon@unam.mx)*

La competencia World Robotic Olimpiad 2015 (WRO) tuvo como temática "Robots exploradores" cuyo reto "Mountaineering" o Montañismo constituye un problema de combinatoria, de optimización y de búsquedas de estrategias (<http://www.wro2015.org/rules/mountaineering.3.0.pdf>). El objetivo principal es que un robot de diseño propio y construido con piezas de LEGO, coloque correctamente 4 bloques de color, azul, rojo, verde y amarillo en las 4 montañas que existen en el ambiente, siguiendo la correspondencia de color entre los bloques y las montañas. El tablero o ambiente está constituido de líneas guías para la movilidad del robot, de posiciones específicas de las montañas y los bloques. Dentro del tablero se define una zona de codificación donde el robot carga la información de la posición y distribución de los bloques y posición de las montañas. En total existen 384 posibles configuraciones que el robot deberá poder resolver. En este trabajo se presenta un modelo basado en agentes usando el ambiente de programación NETLOGO donde se hace una abstracción del ambiente del reto "Mountaineering", se define una estrategia general interna de comportamiento del agente-robot constituida por dos componentes básicos, la estrategia para calcular la ruta óptima de despacho de los bloques usando la construcción de ciclos en gráficas, y una matriz de instrucciones para ejecutar la movilidad del robot. Se muestra que esta estrategia es capaz de resolver todos los casos posibles partiendo de la información de entrada, se calculan los tiempos estimados de ejecución del agente-robot en cada configuración del reto. Se probó la estrategia general en el robot real compitiendo en el WRO México. Se muestran resultados de la dinámica del modelo y del desempeño del robot en el torneo.

**La dinámica de un vehículo articulado de  $n$ -trailers. (RT)***Alejandro Bravo Doddoli (kktuomx@yahoo.com.mx)*

Hablaré de la dinámica de un vehículo articulado, que se mueve bajo su propia inercia. El sistema consiste de un carro líder que remolca  $n$  trailers. El sistema es un modelo del dispositivo porta-equipaje del aeropuerto. El carro líder y cada uno de los trailers están sujetos a la restricción no-holónoma que prohíbe movimiento en la dirección perpendicular a sus ruedas. La dinámica del sistema es de interés dentro del marco de la teoría de control y éste sistema es un ejemplo físico con distribuciones singulares lo que lo hace de interés teórico para el estudio de distribuciones no Integrables. Durante la charla, introduciré el espacio de configuraciones y las simetrías del sistema. Mostraremos que los niveles de energía constante en el espacio reducido son toros de dimensión  $(n + 1)$  y daremos una expresión para las ecuaciones de movimiento en cada uno de ellos. Posteriormente haremos una clasificación exhaustiva de los equilibrios del sistema de acuerdo a su estabilidad bajo el supuesto de que el centro de masa del carro líder está por delante de sus ruedas. Finalmente, haremos un estudio exhaustivo de los casos  $n = 1$  y  $n = 2$  cuando el centro de masa del carro líder coincide con el eje de sus ruedas.

**Bifurcación Andronov-Hopf en una cadena alimentaria de nivel tres con esquema Leslie-Gower. (RT)***Ramón Eduardo Chan López (eduardo.clopez13@gmail.com)*

En este trabajo analizamos una cadena trófica de tercer nivel, considerando crecimiento logístico para el nivel trófico más bajo, una respuesta funcional de Lotka-Volterra para el depredador en el nivel medio y una respuesta funcional Holling tipo II para el depredador en la cúspide de la cadena. El sistema diferencial que modela la cadena trófica está basado en el esquema de Leslie-Gower. Producto del análisis dinámico, proporcionamos condiciones sobre los parámetros que garantizan la coexistencia de las tres especies en su hábitat. Mostramos que el modelo presenta una bifurcación Andronov-Hopf en el equilibrio donde las tres especies cohabitan y mediante el cálculo del primer coeficiente de Lyapunov demostramos la existencia de un ciclo límite estable.

**Problemas restringidos de  $n$  cuerpos. (CI)***Martha Álvarez Ramírez (mar@xanum.uam.mx)*

El problema de los  $n$  cuerpos consiste en determinar, en cualquier instante, las posiciones y velocidades de  $n$  masas puntuales moviéndose bajo la ley de gravitación de Newton. Para el estudio del problema de los  $n$  cuerpos se han hecho un gran número de simplificaciones. En esta plática hablaremos de la dinámica de algunos problemas restringidos de  $n$  cuerpos, donde  $n - 1$  cuerpos de masas positivas  $m_1, m_2, \dots, m_{n-1}$ , llamados *primarios*, se mueven en una órbita solución del problema de  $n - 1$  cuerpos y un  $n$ -ésimo cuerpo de masa infinitesimal  $m_n \approx 0$  se mueve bajo la acción gravitatoria de los primarios.

**Sistemas dinámicos con trayectorias anudadas. (RT)***Daniel Andrés Lozoya Ponce (danmath45@gmail.com)*

En esta plática se analizarán métodos para generar sistemas dinámicos que contengan familias de nudos como soluciones, cada nudo depende de sus condiciones iniciales. Se presentarán dos métodos existentes para generar trayectorias anudadas para así plantearse la cuestión de cómo elaborar un nuevo método para obtener familias distintas de nudos. En un primer método se analiza en particular la forma de revolucionar el sistema dinámico de "Volterra-Lotka" para así obtener la familia de todos los nudos tóricos. En un segundo método, dado cualquier nudo, por el teorema de Alexander se puede obtener una trenza cuya cerradura lo represente; posteriormente se genera un sistema dinámico que lo contiene. Vale la pena mencionar que cada nudo requiere de un sistema dinámico y la construcción de dicho sistema se hará de forma modular en este segundo método.

**Teoría y aplicaciones de fractales matemáticos. (CI)***Luis Mario Lerma Chacón (mario\_lider95@hotmail.com)*

Se analizarán los fractales en base a la investigación de numerosas ramas de la ciencia, desde un punto de vista general. Se verá también su propiedad caracterizante de auto semejanza, esto es, la cantidad de estructuras invariantes ante cambios de escala, que aparecen tanto en la Naturaleza como en el análisis de sistemas dinámicos que varían con el tiempo. Es por esto que he considerado imprescindible formular un enfoque general e histórico de introducción al tema, a fin de abrir puertas al estudio de la estabilidad de sistemas micro- y macro-físicos, que pueden variar desde la estructura interna del DNA hasta las galaxias astronómicas. Se verá cómo los fractales constituyen un sistema descriptivo y una nueva metodología para una investigación que acaba de empezar. También puede ser una nueva imagen de la totalidad. En las próximas décadas sin duda revelarán más acerca del caos oculto dentro de la regularidad y acerca de los modos en que la estabilidad y el orden pueden nacer de la turbulencia y el azar subyacentes. Y revelarán más acerca de los movimientos de la totalidad.

**Modelo matemático para una población de células cancerígenas. (RT)***Juan Carlos Monter Cortés (napojuanescarcha@hotmail.com)*

En este trabajo se analiza el comportamiento caótico de un sistema infinito de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, el cual se origina a partir de una población de células cancerígenas divididas en subpoblaciones caracterizadas por diferentes niveles de resistencia a medicinas. Tras el análisis, se establecen condiciones bajo las cuales existe soluciones del sistema y además se hace mención de que estas soluciones son semigrupos topológicamente caóticos.

**La pregunta abierta de 1885 (una historia breve de los sistemas dinámicos). (CDV)***Antonio Garcia (agar@xanum.uam.mx)*

En honor al Rey Oscar II de Suecia se convocó a un concurso de matemáticas cuyo premio eran una medalla de oro y 2,500 coronas, el ganador debería resolver una de entre cinco preguntas abiertas, o hacer una contribución importante en algún tema relacionado. El ganador fue H. Poincare, pero al ser revisado el trabajo se encontró un error fundamental relacionado con lo que ahora se llama el caos y la rama de las matemáticas llamada sistemas dinámicos. En esta plática se explicarán las razones profundas de este problema y la historia posterior que se sigue hasta nuestros días.

**Más allá del problema de tres cuerpos en mecánica celeste. (CI)***Jaime Burgos (jbg84@xanum.uam.mx)*

El célebre problema de tres cuerpos ha probado ser uno de los problemas más difíciles y a la vez más fascinantes desde la época de Newton. Dicho problema mas algunos de sus casos especiales como el problema restringido de tres cuerpos han sido estudiados y aplicados para resolver diversos problemas, ya sea de movimiento planetarios o de dinámica orbital de misiones espaciales. En esta charla abordaremos diversas extensiones del problema restringido al caso de cuatro cuerpos y discutiremos sobre sus aplicaciones en el sistema solar y más allá.

**Sobre las soluciones de sistemas integrales con retardo. (RT)***Héctor Javier Arismendi Valle (hector.arismendi@ipicyt.edu.mx)*

Consideramos una clase de sistemas dinámicos descritos por ecuaciones integrales con retardo de tiempo. Dicha clase de sistemas surgen de manera natural en varios problemas de estabilidad y estabilidad robusta de sistemas diferenciales con retardos. Si bien la existencia y unicidad de soluciones se puede garantizar mediante teoría de operadores en espacios funcionales, esto no proporciona un método constructivo para las soluciones. Por otro lado, si uno transforma la ecuación integral en una ecuación diferencial mediante el operador derivada, se obtiene una ecuación diferencial con retardo inestable y, por tanto, los métodos existentes para construir soluciones de ecuaciones diferenciales con retardos no pueden aplicarse directamente. En este trabajo se propone un método que

garantiza la existencia y unicidad de soluciones pero al mismo tiempo proporciona una forma numérica de construir soluciones. El método propuesto está inspirado en el método paso a paso para construir soluciones de ecuaciones diferenciales con retardos introducido por Bellman.

#### **Depredación intragremial de tipo Gause con respuesta funcional Lotka-Volterra y de Holling tipo II. (RT)**

*Sandro Salvatierra Arias* (sandro.salvatierra@gmail.com)

En esta plática se presenta los modelos dinámicos de tipo intragremial, los modelos tipo Gause. Se realiza el análisis local y global de dicho modelo, para esto se determina lo que es el primer coeficiente de Liapunov, para esto utilizamos en teorema de Kuznetsov posteriormente se analiza el tipo de bifurcación de Hopf que existe y determinar la existencia de ciclos límites y finalmente indicar el tipo, estables o inestables.

#### **Dinámica en el modelo hiperbólico de matrices $sl(2, \mathbb{R})$ . (CDV)**

*Rogelio Valdez Delgado* (valdez@uaem.mx)

La dinámica de los automorfismos del semiplano superior en el plano complejo, es conocida. Sin embargo existe un modelo del plano hiperbólico basado en un espacio de matrices de 2 por 2 con traza cero. Usando este modelo se describirá la dinámica de estos automorfismos.

#### **Introducción al caos en los sistemas dinámicos reales. (CDV)**

*Julio César Díaz Calderón* (julio\_dc@ciencias.unam.mx)

El propósito de esta charla es introducir el caos en los sistemas dinámicos de dominio real por medio de dos ejemplos concretos: uno discreto, la herradura de Smale, y uno continuo, el atractor de Lorenz. Para lograr este objetivo la plática se dividirá en cuatro partes. En la primera se demostrará que los sistemas dinámicos continuos en el plano no presentan un comportamiento caótico vía el teorema de Poincaré-Bendixson. De ahí se explicará la dinámica de los dos ejemplos que nos interesan: la herradura de Smale y el atractor de Lorenz. Se prestará especial atención a la demostración de que estos dos sistemas son hiperbólicos, es decir, que constan de una parte estable y de una inestable. En tercer lugar se definirá la entropía topológica y se explica porque este operador sirve para determinar si un sistema dinámico es caótico. En esta sección se dará la demostración de que la herradura de Smale es caótica. Por último, se describe cómo es posible construir una herradura de Smale en el atractor de Lorenz y por qué este hecho implica que este sistema dinámico es caótico. A manera de conclusión se demarcarán algunas líneas en las que estos ejemplos han servido para la investigación matemática en sistemas dinámicos.

#### **Entropía topológica. (RT)**

*Domingo González Martínez, Gamaliel Blé González* (mingo\_89gon@hotmail.com)

En este trabajo se presenta el concepto de entropía topológica, como una herramienta para medir la complejidad de un sistema dinámico discreto, generado por las iteraciones de una función  $f$ . Se calcula la entropía topológica para funciones polinomiales cuárticas que dejan invariante el intervalo  $[0, 1]$  y para polinomios cuárticos con conjunto postcrítico finito.

#### **Algunos resultados sobre la dinámica de las funciones tienda en los complejos. (RT)**

*Renato Leriche Vázquez* (r\_lerichev@ciencias.unam.mx)

Una función tienda está dada por:  $kx$  si  $x \leq 1/2$  y  $k - kx$  si  $k > 1/2$ , donde el parámetro de la familia  $k$  es un número real mayor a 0. Esta familia es un importante objeto de estudio en los sistemas dinámicos de variable real. Cuando se transfiere esta familia a los complejos, cada función se convierte en una transformación conforme (Möbius) por partes. Este tipo de transformaciones no son continuas, por lo que se requiere la definición de conjuntos especiales para el análisis de su dinámica: El conjunto excepcional o "telaraña", el conjunto regular, y el conjunto límite. En la ponencia se introducirá al estudio de la dinámica de transformaciones conformes por partes, se presentarán resultados sobre el comportamiento dinámico global de la familia de funciones tienda en los complejos y se mostrarán algunas características de los conjuntos excepcionales, conjuntos de Julia rellenos y órbitas de puntos para algunos casos particulares.

#### **Un estudio de la dinámica de la familia $f_{\lambda, \mu, z_0}(z) = \lambda \operatorname{sen}(z) + \frac{\mu}{z - z_0}$ , $\lambda, \mu, z_0 \in \mathbb{C}$ . (CI)**

*Josué Vázquez Rodríguez, Patricia Domínguez Soto* (josue\_vazquez\_rodriguez@hotmail.com)

En esta plática expondremos la dinámica de la familia de funciones trascendentes meromorfas  $f_{\lambda, \mu, z_0}(z) = \lambda \operatorname{sen}(z) + \frac{\mu}{z - z_0}$ ,  $\lambda, \mu, z_0 \in \mathbb{C}$ . Se demuestra que para ciertos parámetros  $\lambda, \mu$  y  $z_0 = k\pi, k \in \mathbb{Z} \setminus 0$  el conjunto de Fatou contiene una componente atractora, completamente invariante y múltiplemente conexa. Presentamos la definición de un corte del espacio de parámetros, con  $\mu$  y  $z_0$  fijos, ciertos ejemplos de tales cortes y los conjuntos de Fatou y Julia relacionados al corte, para algún  $\lambda$  dado.

**Una construcción de Thurston, panadería y el viento en los árboles. (CI)**

*Ferrán Valdez (ferran@matmor.unam.mx)*

En esta plática comenzaremos explicando una construcción de Thurston y Veech basada en el operador de adyacencia discreto. El resultado de esta construcción es una superficie plana con muchas simetrías (incluyendo pseudo-Anosovs) en la que se puede entender el flujo geodésico gracias al trabajo de Hooper. Un ejemplo que todavía no está bien entendido es la superficie obtenida con esta construcción y que uniformiza la dinámica del panadero (Baker's map). Finalmente, discutiremos a unas parientes cercanas de las superficies de tipo Thurston-Veech que aparecen cuando uno quiere entender la dinámica del viento en los árboles (Wind-tree models).

**La definición de Caos de Devaney y su relación con los fractales. (CDV)**

*Jorge Atanacio Rosales Mata (jorch\_pumas@hotmail.com)*

Los sistemas dinámicos caóticos han tenido un gran auge en los últimos años, a pesar de no existir una definición precisa de caos. R. L. Devaney introduce en 1989 en su texto *An Introduction to Chaotic Dynamical Systems* una definición de función caótica a partir de tres propiedades simples que debe de cumplir dicha función. Por otro lado, la geometría fractal tiene sus inicios en los trabajos de Benoit B. Mandelbrot, con la intención de desarrollar una geometría de la naturaleza que le permitiera describir muchas de las formas irregulares y fragmentadas que nos rodean. El término fractal acuñó al adjetivo latino fractus, del verbo frangere que significa romper en pedazos. En esta charla se presentará la definición de caos según Devaney y la relación que guarda con la teoría de los fractales.

**Generalidades del Teorema de Sharkovskii. (RT)**

*Juan Manuel Estrada Carrera (juan\_14\_h@hotmail.com)*

Una cuestión importante dentro de la teoría de los sistemas dinámicos es si la existencia de un punto periódico de período  $n$  implica la existencia de otros puntos periódicos con periodos distintos. La determinación de las condiciones bajo las cuales sucede este hecho se establece en un teorema probado en 1962 por O. Sharkovskii y posteriormente, también probado de manera independiente, por T. Y. Li y J. Yorke en 1975. En esta plática se describirá la importancia de dicho teorema y se presentará un esquema de la demostración del mismo.

**Fractales en los Conjuntos de Julia. (RT)**

*José Cruz Rodríguez (josecruz\_1990@hotmail.com)*

Se definen los conceptos de fractal y dimensión de Hausdorff con algunos ejemplos. Posteriormente se dan tres clases de funciones meromorfas, denotadas por  $R$ ,  $E$  y  $M$ . Se definen los conjuntos de Julia y Fatou. Se dan ejemplos de fractales y dimensión de Hausdorff para algunas familias en las clases meromorfas antes mencionadas.

**Dimensión Hausdorff de polinomios hiperbólicos. (RI)**

*Luis Manuel Martínez González (luis\_ma89@hotmail.com)*

En esta plática presentamos la implementación de un algoritmo propuesto por McMullen, el cual permite aproximar la dimensión Hausdorff de conjuntos de Julia geoméricamente finitos, de funciones polinomiales expansivas en el plano. En particular, presentamos ejemplos en la familia de polinomios cuadráticos hiperbólicos.

**Dinámica de funciones elípticas de la forma  $P + b$ . (CI)**

*Mónica Moreno Rocha, Jane M. Hawkins (mmoreno@cimat.mx)*

El sistema dinámico que se obtiene de la iteración de la función  $P$  de Weierstrass sobre retículas cuadradas se caracteriza por el comportamiento de su única órbita crítica libre. En contraste, tan pronto  $P$  es "perturbada" por la adición de un parámetro complejo  $b$ , la función elíptica  $P + b$  exhibe al menos dos órbitas críticas libres, lo que complica el estudio de su plano dinámico y espacio paramétrico. En esta charla presentaré algunos resultados que explican la riqueza estructural de estos espacios para las funciones  $P + b$  cuando el parámetro  $b$  se restringe a ciertas líneas complejas y  $P$  se define sobre retículas rectangulares reales. Este trabajo de investigación ha sido realizado en colaboración con Jane M. Hawkins, UNC Chapel Hill.

**Dominios fundamentales para grupos kleinianos complejos. (RT)**

*José Alberto May Garrido (albertomaygarrido@hotmail.com)*

No es posible dibujar fácilmente una imagen, o describir, a un grupo kleiniano. Lo más cerca que podemos llegar a esto, es en general, hacer un dibujo de  $\Omega/G$  que de alguna manera ilustra la acción de  $G$  en la región de discontinuidad  $\Omega$ . La imagen habitual es dada por un conjunto o dominio fundamental (DF), que en términos generales, contiene un punto de cada clase de equivalencia en  $\Omega$  y que, en cierto sentido, ilustra la topología de  $\Omega/G$ . Sin embargo, para el caso de los grupos kleinianos complejos, no encontramos

un concepto que se adapte o funcione bien para todos los efectos que éste requiere, lo anterior no significa que no exista o no sea posible encontrar tal dominio. De hecho, un problema interesante que sigue abierto, es el de encontrar DF para los grupos kleinianos complejos elementales. En este trabajo hablaremos acerca de lo más relevante de los dominios fundamentales débiles (DFD), los cuales son conjuntos que de cierta manera son parecidos a los DF, y cuya definición fué introducida por R. S. Kulkarni. De igual manera presentaremos algunos ejemplos de DFD junto con sus respectivos espacios cocientes para grupos kleinianos complejos, que tienen por conjunto límite de Kulkarni a una línea compleja.

**Continuidad de la entropía topológica para mapeos multimodales. (RT)**

*Miguel Angel Saloma Meneses, Julio Erasto Poisot Macías (angel\_menese21@hotmail.com)*

En el estudio del sistema dinámico generado por el conjunto de iteraciones de una función se define la entropía topológica como una medida de la complejidad de dicho sistema. En este trabajo se expondrá el resultado probado por Milnor en 1977 el cual propone que la entropía topológica depende de forma continua sobre la función, utilizando algunas herramientas de la llamada teoría kneading para mapeos multimodales.

**Disco de Siegel acotado en la familia  $\lambda \text{Sen}(z)$ . (RT)**

*Jerónimo Quistiano Lara (jqlara@hotmail.com)*

El estudio de los sistemas dinámicos generados por la iteración de funciones holomorfas tuvo su inicio a finales del siglo XIX, motivado por el análisis de la convergencia del método de Newton. Pero no fue sino hasta los trabajos de Pierre Fatou (1878–1929) y de Gaston Julia (1893–1978) alrededor de los años 20, que la teoría global fue seriamente estudiada. En el presente trabajo se hará una breve exposición de la iteración de funciones enteras trascendentes, la clasificación de las componentes del conjunto de Fatou, algunos resultados sobre los conjuntos de Julia y Fatou de la familia  $\lambda \text{Sen}(z)$  y finalmente estudiaremos el caso cuando el parámetro  $\lambda$  de la familia anterior es de la forma  $e^{(2\pi i\theta)}$ , donde  $\theta$  es un número irracional de tipo acotado.

**Desigualdades de concentración en los sistemas dinámicos. (CDV)**

*Cesar Octavio Maldonado Ahumada (cesar.maldonado.ahumada@gmail.com)*

En general, las desigualdades de concentración son cotas superiores en la probabilidad de desvío de ciertas funciones de variables aleatorias respecto a su valor esperado. En el contexto de los sistemas dinámicos, las iteradas de una condición inicial bajo la dinámica juega el papel de variable aleatoria. A pesar de la dependencia entre las variables, es posible obtener desigualdades de concentración para una clase amplia de sistemas dinámicos. Como corolario, estas desigualdades permiten describir las fluctuaciones de observables generales y obtener cotas válidas a tiempos finitos de observación, en ese sentido, ofrecen una ventaja práctica respecto a las leyes límite. En esta charla describiré brevemente un panorama de los resultados disponibles sobre concentración en los sistemas dinámicos y hablaré sobre algunas aplicaciones interesantes.

---

## Teoría de Números

Coordinador: Felipe de Jesús Zaldivar Cruz

Edificio 221, Aula K

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Adriana A. Albarracín	Rogelio Herrera A.		
9:30–10:00		Gabriela Cervantes P.			
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	Gari Yamel Peralta	<b>Jesús Rogelio Pérez</b>		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	José Hernández S.			
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Carlos M. Montelongo			
12:00–12:30	<b>Martha Rzedowski C.</b>	<b>Edwin León Cardenal</b>			
12:30–13:00					
13:00–13:30	Fausto Jarquín Z.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Carlos Daniel Reyes				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30					
17:30–18:00	Elizabeth Ramírez R.	Francisco X. Portillo	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Julio Pérez Hdez.				
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:00–19:30					
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Extensiones elementales abelianas y polinomios aditivos. (CI)

Martha Rzedowski Calderón, Jonny Fernando Barreto Castañeda, Fausto Jarquín Zárate, Gabriel Villa Salvador (rmrzedowski@ctrl.cinvestav.mx)

Las  $p$ -extensiones elementales abelianas son extensiones de Galois cuyo grupo de Galois es un grupo abeliano finito de exponente  $p$ , donde  $p$  es un número primo. Estudiamos este tipo de extensiones de grado  $q = p^n$  sobre el campo de funciones racionales  $k = \mathbb{F}_{p,r}(T)$ , en el caso en que  $\mathbb{F}_q \subseteq k$ . Es conocido que estas extensiones pueden ser descritas por ecuaciones del tipo  $y^q - y = \alpha$ , para algún  $\alpha \in k$ . En el caso  $n = 1$  se conoce a estas extensiones como extensiones de Artin-Schreier. Dado un polinomio aditivo  $f(X) \in k[X]$ , cuyas raíces se encuentran en  $k$ , obtenemos que toda  $p$ -extensión elemental abeliana se puede describir por medio de una ecuación del tipo  $f(y) = u$ , para algún  $u \in k$ . Ofrecemos una cota inferior para el índice de ramificación de los primos ramificados, sin tener que referirnos a sus subextensiones de grado  $p$ , y caracterizamos a los primos totalmente descompuestos. Para las extensiones de Artin-Schreier, la relación entre los posibles generadores de una misma extensión es bien conocida. Presentamos el resultado correspondiente para extensiones  $p$ -elementales abelianas obtenidas a partir de polinomios aditivos.

### Divisores primos de grado cero de orden $p$ . (CI)

Fausto Jarquín Zárate (fao\_jarquín@yahoo.com.mx)

Sea  $k$  un campo algebraicamente cerrado de característica  $p > 0$ ,  $K/k$  un campo de funciones algebraicas en una variable con campo de constantes  $k$  y  $L/K$  una extensión finita de Galois con grupo de Galois  $G = \text{Gal}(L/K)$ . La plática estará centrada en estudiar  ${}_p C_{0B}$ , los elementos de orden  $p$  de  $C_{0B}(p)$ , el  $p$ -subgrupo de Sylow del grupo de clases de divisores de grado cero asociado al módulo  $B$ . Una herramienta que usaremos es la cohomología de grupos finitos, y se hablará de la fórmula de Deuring-Safarevic-Madan un análogo, en el caso salvaje, a la fórmula de Riemann-Hurwitz en el caso que  $G$  sea un  $p$ -grupo finito.

### Cálculo de campos de generos de campos de funciones congruentes. (RT)

Carlos Daniel Reyes Morales, Myriam Maldonado Ramirez, Martha Rzedowski Calderon y Gabriel Villa Salvador (mckenigm@gmail.com)

Como trabajo de maestría estudio la publicación *Genus fields of Abelian extensions of congruence rational function fields* de los doctores Myriam Maldonado Ramirez, Martha Rzedowski Calderon y Gabriel Villa Salvador, en el cual se da una construcción de

campos de genero para los campos de funciones congruentes. Primero se considera el caso en campos de funciones ciclotomicos siguiendo las ideas de Leopoldt y se parte al caso general. Como aplicacion se dan explicitamente los campos de generos de de extensiones de Kummer, extensiones de Artin-Schreier y p-extensiones ciclicas. Las extensiones de Kummer previamente fueron obtenidas por G. Peng y las extensiones Artin-Schreier fueron obtenidas por S. Hu e Y. Li.

### Campos de funciones con número de clase uno. (CDV)

Gabriel Villa Salvador (gvilla@ctrl.cinvestav.mx)

Desde tiempos de Gauss ( $\pm 1800$ ), el problema del llamado número de clase en campos numéricos ha interesado grandemente a los relacionados con la teoría de números. De hecho, Gauss conjeturó que hay una infinidad de campos cuadráticos reales con número de clase uno. Hoy en día no conocemos la respuesta. En 1969 Stark, basado en muchos trabajos previos de numerosos autores, concluyó que hay exactamente nueve campos cuadráticos imaginarios con número de clase uno.

En el caso de campos de funciones, podemos considerar el mismo problema pero restringiéndonos a clases de grado cero pues de otra forma, el número de clase sería siempre infinito. Con esto en mente, se plantea nuevamente la pregunta de cuales son los campos de funciones con número de clase uno. Rápidamente podemos obtener respuestas parciales. Todo campo de funciones de género cero (de funciones racionales o no), tiene número de clase uno. ¿Existen otros? Si el campo de constantes es infinito, la respuesta es no. ¿Y si el campo de constantes es finito? La respuesta es sí. ¿Cuántos hay, salvo isomorfismo? Este problema fue considerado por MacRae en 1971. MacRae encontró todos estos campos en el caso particular de extensiones cuadráticas de un campo de funciones racionales y con un divisor primo de grado uno. Fueron cuatro campos de este tipo. Madan y Queen continuaron este estudio en 1972. Ellos probaron que excepto por el caso en que el campo de constantes tuviese dos elementos y fuese de género cuatro, hay exactamente siete de estos campos, salvo isomorfismo. En 1975 Leitzel, Madan y Queen consideraron el caso pendiente y redujeron su resultado a estudiar 64 sistemas de ecuaciones. Al hacer este cálculo concluyeron que no existía otro campos, además de los anteriormente hallados, con género positivo y número de clase uno.

En 2014 Stirpe encontró un contraejemplo a la afirmación de Leitzel, Madan y Queen, hallando un octavo campo con número de clase uno. Entonces surge el problema de probar cuantos más de estos campos existían. En 2014, Mercuri & Stirpe y Rzedowski & Villa demostraron que no existía ningún otro de estos campos, salvo el encontrado por Stirpe. En resumen, hay 8 campos de funciones, salvo isomorfismo, con número de clase uno y género positivo.

El supuesto error de Leitzel, Madan y Queen fue simplemente un cálculo incompleto y además debemos recordar que en 1975, no se tenía el cálculo computacional del que ahora disponemos.

La plática consistirá en comentar con un poco más de detalle el problema descrito y en la cual se incluirán algunas de la técnicas que se usaron para resolver y estudiar este problema.

### La fórmula de F. K. Schmidt. (CI)

Elizabeth Ramírez Ramírez (elibeth2301@gmail.com)

Sea  $K/\mathbb{F}_q$  un campo de funciones algebraicas de una variable con campo de constantes  $\mathbb{F}_q$ , donde  $q = p^n$  y  $p$  es primo. Entonces  $K$  es una extensión finita de un campo de funciones racionales  $k = \mathbb{F}_q(T)$ . Sea  $A = \mathbb{F}_q[T]$  el anillo de polinomios. El número de clases de divisores  $h_K$  de  $K/\mathbb{F}_q$  es el orden del grupo de clases de divisores de grado cero módulo los divisores principales. Sea  $\mathcal{O}_K$  la cerradura entera de  $A$  en  $K$ . Sea  $S$  el conjunto de los primos infinitos de  $K$ . Se tiene que  $\mathcal{O}_K$  es un dominio de Dedekind, por lo que el orden de su grupo de clases de ideales es finito y se llama el número de clases de ideales de  $K$  y se denota por  $h_S$ . Hay una relación entre  $h_K$  y  $h_S$ , la cual se conoce como la fórmula de F. K. Schmidt:

$$r_S h_S = \delta_S h_K$$

donde  $r_S$  es el regulador y  $\delta_S$  es el máximo común divisor de los grados de los primos en  $S$ . En esta plática se darán algunas propiedades de dicha relación en una extensión cuadrática del campo de funciones racionales de característica dos.

### Ordenes en campos de Números. (RT)

Julio Pérez Hernández (galois60@gmail.com)

Los ordenes de un campo de números  $F$  son subanillos con unidad tales que son  $\mathbb{Z}$ -módulos finitamente generados y su campo de cocientes es  $F$ , en particular el anillo de enteros de  $F$  es un orden y resulta ser el orden maximal. Cuando un orden no es maximal, existen varias propiedades aritméticas del anillo de enteros que se pierden, por ejemplo, si el anillo de enteros es DFU, es posible que el orden no sea DFU; los ideales no se factorizan de forma única como producto de ideales primos. En esta plática veremos que a cada orden se le asocia un ideal llamado el conductor, el cual juega un papel muy importante para entender la aritmética de estos anillos.

**Funciones Zeta locales torcidas. (RI)**

Adriana A. Albarracín Mantilla (aaam@math.cinvestav.mx)

En esta charla se mostrará la función zeta local torcida de polinomios en dos variables, con coeficientes en un campo local no Arquimediano de característica arbitraria. Bajo la hipótesis que el polinomio es aritméticamente no degenerado, proporcionamos una lista explícita de candidatos para los polos en términos de los datos geométricos, obtenidos de una familia de polígonos aritméticos de Newton de dicho polinomio. Finalmente, como una aplicación se tienen las expansiones asintóticas para ciertas sumas exponenciales asociadas a estos polinomios.

**Números de Goldbach y polígonos reticulares. (RT)**

Gabriela Cervantes Piza (gabymisaki@gmail.com)

Mostraremos los resultados que encontramos al construir polígonos reticulares –polígono simple cuyos vértices tienen entradas enteras– con puntos cuyas entradas se obtuvieron de la Conjetura de Goldbach. Puesto que la conjetura de Goldbach se divide en dos casos, binario: todo número par mayor que 2 puede escribirse como suma de primos y terciario: todo número impar mayor que 5 puede escribirse como suma de tres primos, cada uno de ellos se trabajó por separado. En el caso binario se construyeron triángulos con un vértice en el origen, y en este caso se expondrán características del área de estos. En el caso terciario, se abarcará desde la gráfica de la relación “número-representaciones como suma de tres primos” y se explicará su comportamiento mediante trabajos anteriores para el caso binario. Posteriormente se construirán polígonos reticulares y se exhibirán resultados concernientes al área.

**¿Qué es una forma modular? (CDV)**

Gari Yamel Peralta Alvarez (gperalta@ucol.mx)

El motivo de esta charla es dar a conocer a estudiantes de licenciatura una muy extensa y prolífica rama de las matemáticas, la cual entra hasta el corazón de la teoría de números y rara vez se aborda a nivel licenciatura. Introducimos la definición de forma modular de peso  $n$  y mencionamos algunas de sus propiedades básicas. Trabajaremos con una familia de formas modulares muy importantes, las series de Eisenstein, y con ellas encontraremos algunas identidades aritméticas relacionando a la función Zeta de Riemann, los números de Bernoulli y sumas de potencias de divisores de un número entero positivo. Finalmente, abordaremos brevemente los subgrupos de congruencia y las curvas modulares, y veremos la relación de las formas modulares con el problema de representación de un número natural como suma de  $k$  cuadrados.

**Sobre la sucesión  $n! \pmod{p}$  (RI)**

José Hernández Santiago (stgo@matmor.unam.mx)

Sean  $p$  un número primo,  $\epsilon > 0$  y  $L, N$  números naturales tales que

$$0 < L + 1c(N \log N)^{1/2}, \quad c = c(\epsilon) > 0$$

y mostraremos cómo es que esa estimación permite demostrar que, si  $p \nmid \lambda$  entonces  $\lambda \equiv n_1! \cdots n_r! \pmod{p}$ , donde  $\max\{n_1, \dots, n_r\} = o(p^{11/12})$ . Lo anterior refina lo obtenido por Garaev, Luca y Shparlinski en [1] y por García en [2]. **Bibliografía:** [1] M. Z. Garaev, F. Luca, I. E. Shparlinski, *Character sums and congruences with  $n!$* . Trans. Amer. Math. Soc. **356** (2004), 5089–5102. [2] V. C. García, *Representations of residue classes by products of factorials, binomial coefficients, and sums of harmonic sums modulo a prime*. Bol. Soc. Mat. Mexicana, **14** (2008), 165–175.

**Aplicación del teorema abstracto del número primo en el cálculo de ciertas funciones aritméticas. (CI)**

Carlos Manuel Montelongo Vazquez (c.montelongo@hotmail.com)

Sea  $R_T = \mathbb{F}_q[T]$  el anillo de polinomios en la variable  $T$  con coeficientes en  $\mathbb{F}_q$  un campo finito. Sea  $D \in R_T$  con  $d = \deg(D)$ , el cual podemos obtener una descomposición única dada por

$$D = P_1^{\alpha_1} \cdots P_t^{\alpha_t},$$

donde  $P_1, \dots, P_t$  son polinomios distintos e irreducibles y  $\alpha_1, \dots, \alpha_t$  denotan las potencias de cada polinomio. El teorema abstracto del número primo dice que el número total de polinomios irreducibles de grado  $n$  en el anillo  $R_T$  tiene el siguiente valor asintótico para toda  $\beta > 1$ :

$$P^\#(n) = \frac{q^n}{n} + O\left(\frac{q^n}{n^\beta}\right).$$

De las aplicaciones que tiene este teorema es el encontrar el valor asintótico de ciertas funciones aritméticas denotadas por  $\tau_k(d)$  y  $\pi_k(d)$ , las cuales representan el número de polinomios de grado  $d$  tal que es producto de exactamente  $k$  factores primos, y el número de tales polinomios los cuales son libres de cuadrado respectivamente.

**Congruencias y funciones zeta locales.** (CDV)*Edwin León Cardenal* (edwin.leon@cimat.mx)

En esta charla exploraremos la relación entre el problema de encontrar soluciones a congruencias polinomiales módulo un primo  $p$  y las funciones zeta locales de Igusa. El problema principal que queremos explorar es estudiar el comportamiento asintótico del número de soluciones a la congruencia  $f(x) \equiv 0 \pmod{p^m}$  para  $m \geq 1$ . El estudio de este problema se puede realizar usando una serie de Poincaré asociada a estos números de soluciones. Finalmente establecemos la relación entre la serie de Poincaré y las funciones zeta locales de Igusa. El enfoque que proponemos está basado en numerosos ejemplos que ilustran los conceptos en juego. Si el tiempo lo permite presentaremos algunas generalizaciones de estos objetos y algunos problemas de investigación relacionados.

**Sistemas dinámicos aritméticos mapeos polinomiales en  $\overline{\mathbb{F}_p}$ .** (CDV)*Arturo Cueto Hernández* (artcuhez@yahoo.com.mx)

La dinámica aritmética es un campo que amalgama dos áreas de la matemática, sistemas dinámicos y teoría de los números. La dinámica discreta se refiere al estudio de la iteración de mapeos del plano complejo o línea real en sí mismos. La dinámica aritmética es el estudio de las propiedades de la teoría de números enteros, racionales,  $p$ -adicos, y/o puntos algebraicos bajo la aplicación repetida de una función polinomial o racional. Un objetivo fundamental es el de describir las propiedades aritméticas en términos de estructuras algebro-geométricas subyacentes. En general, la dinámica aritmética se ocupa de los sistemas dinámicos que consisten en un conjunto  $S$  y un mapeo,  $f$ , de  $S$  en sí mismo:  $f: S \rightarrow S$  y el interés principal es ver que pasa con los elementos de  $S$  bajo las iteraciones de  $f$ . Al conjunto de puntos consisten en las iteraciones de  $x$  bajo  $f$  se le llama la órbita de  $x$ :

$$\text{Orb}(x) = \{x, f(x), f^2(x), \dots\}$$

Cualquier  $x \in S$  se puede clasificar en cualquiera de las siguientes cuatro maneras de acuerdo a su órbita:

- $x$  es periódico si  $\text{Orb}(x)$  es finito y  $f^n(x) = x$  para algún  $n$ , y se dice que  $x \in \text{Per}(f)$ ,
- $x$  es un punto fijo de  $f$  si  $f(x) = x$ ,
- $x$  es preperiódico si  $\text{Orb}(x)$  es finito y  $f^{m+n}(x) = f^m(x)$  para algunos  $m, n$ , y se dice que  $x \in \text{Preper}(f)$ ,
- Si  $S$  es infinito, un punto  $x$  se dice errante si  $\text{Orb}(x)$  es infinito.

En la plática plantaremos el estudio de la dinámica de un mapeo polinomial  $\sigma$  en  $\overline{\mathbb{F}_p}$  mediante el estudio del mapeo inducido  $\hat{\sigma}$  en  $\text{Irr}(\mathbb{F}_p[x])$ , los polinomios irreducibles de  $\mathbb{F}_p[x]$ ,  $\hat{\sigma}(f) = g$  si y sólo si  $f(x)$  divide a  $g(\sigma(x))$ . Veremos que, en general,  $\hat{\sigma}$  tiene un número infinito de puntos fijos. En particular, para los mapeos de la forma  $\sigma(x) = x^q + ax$  con  $a \in \mathbb{F}_p^*$  se calculan los grados de los puntos periódicos de  $\sigma$  en  $\mathbb{F}_p$  y se muestra que  $\hat{\sigma}$  que tiene una infinidad de puntos periódicos los cuales no son fijos puntos.

**Módulo de Drinfeld y solitones.** (CI)*Francisco Xavier Portillo, Javier Díaz Vargas, Victor Bautista* (francisco.portillo@gmail.com)

Hablaré del concepto de solitones en el contexto de Módulos de Drinfeld.

**La conjetura ABC y las ecuaciones diofánticas.** (CDV)*Rogelio Herrera Aguirre, Arturo Cueto Hernández* (rha@correo.azc.uam.mx)

Cuando se buscan soluciones enteras a una ecuación polinomial con coeficientes enteros, se dice que se trabaja con ecuaciones Diofánticas, variantes de estos problemas se dan cuando el anillo de los enteros se sustituye por algún otro, tal vez una de las ecuaciones más sencillas será:  $a+b=c$ ; resulta que si se buscan soluciones, para dicha ecuación, dentro del anillo de polinomios con coeficientes complejos, siempre que no sean polinomios constantes, el máximo de los grados de tales soluciones está acotado por el radical del producto de los mismos polinomios, este resultado dio lugar a tales de los ochentas a una conjetura semejante, si lo que buscamos son soluciones de nuestra ecuación dentro de los enteros, recientemente se ha dado una demostración de tal conjetura, en esta plática se da una visión de la conjetura y sus posibles repercusiones en diversos problemas diofánticos, incluido el conocido último teorema de Fermat.

**Invitación a la Geometría Aritmética vía las conjeturas de Weil.** (CDV)*Jesús Rogelio Pérez Buendía* (rogelio.perez@cimat.mx)

Esta plática es una invitación a el estudio de la Geometría Aritmética. Daremos una motivación general de los problemas que estudia esta área y sus distintas técnicas. Hablaremos de la importancia de las Conjeturas de Weil y la importancia de estas para el florecimiento del área. Esta charla está pensada para estudiantes de matemáticas que han cursado la primera mitad de la carrera.

## Topología Algebraica

Coordinador: Rita Jiménez Rolland; José María Cantarero  
 Edificio 221, Aula J  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Rita Jiménez Rolland	Fermin Omar Reveles	Juan Antonio Pérez	<b>Bruno A. Cisneros</b>		
9:30–10:00							
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	<b>Jesús González-Espino</b>	José María Cantarero	<b>Gabriela Hinojosa P.</b>	<b>Jesús F. Espinoza</b>		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>						
11:00–11:30	<b>RECESO</b>						
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Arfaxard Sanchez	Jesús González S.	Ricardo Chávez Cáliz	Juan C. Castro		
12:00–12:30	<b>Jesús Hernández H.</b>	Miguel A. Maldonado	<b>Oyuki H. Hermosillo</b>	<b>Noé Bárcenas</b>	Luis J. Sánchez S.		
12:30–13:00							
13:00–13:30	<b>Santiago López de Medrano</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		
13:30–14:00							
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>						
14:30–15:00							
15:00–15:30							
15:30–16:00							
16:00–16:30							
16:30–17:00			<b>TARDE LIBRE</b>				
17:00–17:30							
17:30–18:00						<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30							
18:30–19:00						<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>			
19:30–20:00	Traslado	Traslado					

### El grupo modular de Teichmüller y el complejo de curvas. (CDV)

Jesús Hernández Hernández (jhdezhdz@gmail.com)

Dada una superficie orientable de tipo topológico finito, una de las formas de definir al grupo modular de Teichmüller (o mapping class group en inglés) es como el grupo de clases de isotopía/homotopía de homeomorfismos de la superficie a sí misma que preserven la orientación. Este grupo ha sido estudiado bastante en los últimos años y una de las herramientas que ha hecho esto posible es el complejo de curvas, que es el complejo simplicial cuyos vértices son clases de isotopía de curvas cerradas simples, y los simplejos son conjuntos de estas clases que se pueden realizar de forma disjunta dos a dos. En esta plática hablaré más a fondo de estas definiciones y expondré varios resultados combinatorios, homológicos y algebraicos, obtenidos a partir de la relación entre estos objetos.

### Intersección de elipsoides, intersección de hiperboloides. (CI)

Santiago López de Medrano (santiago@matem.unam.mx)

Durante más de treinta años he estudiado (junto con varios colegas) la topología de ciertas intersecciones de cuádricas afines dadas por ecuaciones muy especiales. Estas intersecciones aparecen en la Teoría de Singularidades, en muchos problemas de sistemas dinámicos y de varias otras áreas de las Matemáticas, incluyendo el estudio de la cohomología equivariante. Este año me percaté de otra interpretación geométrica y natural: son las intersecciones de elipsoides concéntricos en  $\mathbb{R}^n$ . El caso de dos elipsoides es muy conocido en el estudio del movimiento libre de un cuerpo rígido y de otros sistemas mecánicos y su topología es muy simple. El caso de más de dos elipsoides no aparece en este tipo de problemas... por lo pronto. Las intersecciones de hiperboloides concéntricos también estaban implícitas en nuestro trabajo. Junto con las de elipsoides forman un marco natural y armónico que organiza los resultados conocidos y sugiere nuevos problemas.

### Cohomología y conteos sobre campos finitos. (CI)

Rita Jiménez Rolland (jimenez.atir@gmail.com)

En esta charla consideraremos el espacio de configuraciones ordenadas de  $n$  puntos en el plano complejo y relacionaremos su cohomología con conteos en ciertos espacios de polinomios con coeficientes en campos finitos. Describiremos un fenómeno de estabilidad

que estos grupos de cohomología presentan cuando el parámetro  $n$  crece. Finalmente veremos cómo este fenómeno se traduce en estabilidad asintótica de estadísticas en los espacios de polinomios.

#### Planeación motriz de brazos mecánicos con restricciones combinatorias. (CI)

Jesús González-Espino Barros (jesus@math.cinvestav.mx)

Se describe un algoritmo para resolver el problema de planeación motriz multi-objetivo de sistemas autónomos (robots) cuyo espacio de estados tenga el tipo de homotopa de un producto poliedrico de esferas basadas (por ejemplo, un brazo mecánico con restricciones sobre las posibles combinaciones de nodos simultáneamente móviles). Se muestra que el algoritmo motriz es óptimo mediante métodos cohomológicos. Se aborda el correspondiente problema de planeación motriz para otras familias de productos poliedricos.

#### Morfismos de transfer para teorías de cohomología de categorías. (RT)

Arfaxard Sanchez (arfaxard@gmail.com)

Para un espacio cubriente, con finitas hojas, entre espacios topológicos, existe un morfismo llamado "transfer", definido en los grupos de cohomología de esos espacios topológicos y que cumple que el morfismo inducido por el espacio cubriente en los grupos de cohomología compuesto con el transfer es la multiplicación por el número de hojas. En esta plática se hablará sobre la construcción de morfismos de transfer para teorías de cohomología de categorías.

#### Configuraciones etiquetadas y descomposición por asas. (CI)

Miguel Angel Maldonado Aguilar (mmaldonado@matematicas.reduaz.mx)

La homología del espacio de configuraciones etiquetadas  $C(M; S^n)$  de una variedad  $M$  tiene una descripción explícita en términos de la homología de espacios de lazos de  $S^{n+\dim(M)}$ . Esta descripción depende de la descomposición por asas de  $M$  pero es natural para encajes que preserven dicha descomposición. En esta charla hablaremos sobre la propiedad anterior y su relación con la teoría de grupos modulares de superficies no orientables.

#### El elemento de rotación y acciones por homeomorfismos de grupos solenoidales. (CI)

Fermin Omar Reveles Gurrola (fyot@cimat.mx)

En la presente plática se introduce el elemento de rotación para homeomorfismos isotópicos a la identidad del solenoide. Mostramos como surge éste a raíz de la teoría clásica de número de rotación de Poincaré para el círculo unitario. De hecho, el solenoide puede ser pensado como el cubriente algebraico universal del círculo. Más aún, encontramos este elemento de rotación en el lenguaje de cohomología de grupos. Para ello verificaremos la existencia de una clase de Euler acotada para la extensión central universal del grupo de homeomorfismos isotópicos a la identidad. La idea es generalizar los grupos que actúan por homeomorfismos que preservan la orientación a los grupos topológicos compactos abelianos de dimensión uno llamados solenoides. Al final de esta plática mostraremos las diferentes perspectivas de investigaciones futuras.

#### Representaciones de sistemas de fusión. (CI)

José María Cantarero López, Natalia Castellana y Lola Morales (cantarero@cimat.mx)

En la teoría de representaciones de grupos finitos, es interesante saber si una representación de un subgrupo extiende al grupo total. No todas las representaciones de un  $p$ -Sylow que son invariantes bajo conjugación del grupo total extienden, pero sí extienden en cierto sentido tras sumarle varias copias de la representación regular. Esto se puede expresar en el lenguaje de sistemas de fusión. Después de ver varios ejemplos en la teoría de representaciones de grupos finitos, introduciremos sistemas de fusión y sus espacios clasificantes y hablaremos de qué deberían ser sus representaciones complejas. Veremos que las propiedades de éstas tienen implicaciones en el anillo de Grothendieck de haces vectoriales y la cohomología  $p$ -local del espacio clasificante.

#### Teoría de fibraciones y cofibraciones. (RT)

Jesús González Sandoval (thestrail\_black@hotmail.com)

La teoría de fibraciones y cofibraciones ilustra un ejemplo de objetos duales en la teoría de categorías, resultados en homotopía, homología y cohomología pueden ser derivados de la teoría de secuencias fibradas y cofibradas. En el trabajo presente se mostrarán los diagramas generales de prueba de las propiedades de extensión de homotopía y homotopía cubriente; describiremos la factorización de un mapeo con el uso de fibraciones, cofibraciones y equivalencias homotópicas. Un espacio bajo  $A$  es un mapeo  $i: A \rightarrow X$ . Un mapeo de espacios bajo  $A$  es un mapeo  $f: X \rightarrow Y$  tal que  $f \circ i = j$  con  $i$  y  $j$  espacios bajo  $A$ , una homotopía entre mapeos bajo  $A$  es una homotopía  $H(-, -)$  que en cada parámetro  $t \in I$  el mapeo  $H(-, t)$  es un mapeo de espacios bajo  $A$ , de esta forma resultan las nociones de equivalencia homotópica bajo  $A$ , que son una generalización de homotopías relativas. Finalmente mostraremos como las cofibraciones tienen la propiedad de levantar equivalencias homotópicas a equivalencias homotópicas fibradas.

**El  $\Pi_1$  de una 3-cuca.** (CDV)*Oyuki Hayde Hermosillo Reyes* (oyukihaydehermosillo@gmail.com)

En esta charla se enunciarán definiciones básicas del grupo fundamental ( $\Pi_1$ ), de teoría de nudos y, en particular, de presentación de nudos como  $n$ -cucas. Por último se expondrá un algoritmo para obtener el grupo fundamental de una 3-cuca.

**Topología algebraica en sistemas electorales.** (CDV)*Juan Antonio Pérez* (japerez@uaz.edu.mx)

Un sistema electoral es de Chichilnisky si es anónimo, tiene una regla de agregación continua y satisface la Regla de Pareto. De acuerdo con el teorema de resolución Chichilnisky y Heal (1983), un sistema electoral es de Chichilnisky si y sólo si su espacio de preferencias electorales es contráctil. En 2007 Y. Tanaka propone modelos simpliciales asociados con espacios de preferencias que transforman en homológico el tratamiento de los sistemas electorales. En el presente trabajo se ofrece una demostración del teorema de resolución y se proponen modelos simpliciales para un sistema electoral de dos vueltas.

**Clasificación de superficies.** (CDV)*Gabriela Hinojosa Palafox* (gabriela@uaem.mx)

Uno de los problemas fundamentales de la topología es determinar cuando dos espacios son homomorfos, y por ser tan general es extremadamente difícil. Sin embargo, cuando nos restringimos a superficies; es decir, espacios que localmente se "ven" como el plano euclidiano, tenemos respuesta. El objetivo de esta plática es dar las principales ideas requeridas para probar el teorema de clasificación de superficies no compactas.

**Construcciones del grupo de Whitehead.** (RT)*Ricardo Esteban Chávez Cáliz, Noé Bárcenas Torres* (ricardo.ch.cz@gmail.com)

Con el fin de intentar entender la teoría de homotopía en términos discretos se define una nueva relación de equivalencia sobre complejos CW llamada tipo de homotopía simple. Para comparar la homotopía clásica con la homotopía simple se da la construcción de un funtor que a cada complejo CW le asocia su grupo de Whitehead. Como dicha construcción es difícil de estudiar se define el grupo de Whitehead en términos algebraicos. Se dará una primera aproximación que establece que ambas construcciones son equivalentes.

**Geometría de gran escala.** (CI)*Noé Bárcenas* (barcenas@matmor.unam.mx)

En esta charla dedicada a estudiantes de los últimos semestres de la licenciatura, discutiremos algunos aspectos de la geometría de gran escala.

**Simetrías, grupos y nudos: problemas algorítmicos.** (CI)*Bruno Aarón Cisneros de la Cruz* (BrunoC@matem.unam.mx)

Mosaicos, frizos, caleidoscopios, patrones que de alguna manera despiertan la imaginación con sus bellas formas y ese orden que salta a la vista. La teoría de grupos nos permite estudiar las estructuras subyacentes, recrearlos incluso si cambiamos la métrica, es decir en espacios hiperbólicos o esféricos. Por otra parte los nudos: marinos, celtas, bizantinos. Entrelazados en una o múltiples componentes. Atractivos por diversas razones, desde su estética hasta su utilidad. Matemáticamente se han estudiado desde el siglo XVIII, sin embargo es en la década de los ochentas con los descubrimientos de Vaughn Jones que su estudio se desarrolla exponencialmente. El objetivo de esta plática es conectar estas dos disciplinas a partir de la teoría de grupos. En particular hablaremos de los grupos de Coxeter y los grupos de Artin (ó grupos de trenzas generalizados) y plantearemos algunas preguntas que se buscan contestar actualmente en estas áreas.

**Aspectos topológicos del espacio de representaciones unitarias.** (CI)*Jesús F. Espinoza* (jfspinoza.mx@gmail.com)

El objetivo de esta plática es presentar una introducción general a la teoría de representaciones unitarias y analizar algunas propiedades topológicas cuando el correspondiente espacio de representaciones  $\text{hom}(G, U(H))$  es dotado de distintas topologías. Se discutirán también algunos resultados en el contexto de haces principales unitarios y proyectivos.

**El producto de lazos sobre variedades algebraicas. (RT)**

*Juan Carlos Castro Contreras, Miguel A. Xicoténcatl (carlosesfm@gmail.com)*

A finales de los 90's Chas y Sullivan estudiando la homología equivariante del espacio de lazos de una variedad con la acción dada por la rotación de la cuerda, encontraron una gran diversidad de estructuras algebraicas, es así como surge la topología de cuerdas un área bastante fértil con conexiones a operads, PROPs, teoría de campos, álgebras de Gerstenhaber y Batalin–Vilkovisky, también está relacionada con la teoría de los modelos mínimos, la homología cíclica y de Hochschild. En esta plática abordaré el producto de lazos, una de las estructuras algebraicas, sobre determinadas variedades algebraicas.

**Rigidez topológica. (CDV)**

*Luis Jorge Sánchez Saldaña (luisjorge@matmor.unam.mx)*

Uno de los problemas clásicos de la topología es la clasificación de los espacios topológicos. En particular, es de mucho interés clasificar variedades topológicas, es decir, espacios que localmente se ven como el espacio euclideo. La topología algebraica intenta atacar este problema mediante la asignación de invariantes como pueden ser la característica de Euler, los grupos de homotopía y los grupos de homología. En el mejor de los casos los grupos de homotopía bastan para determinar la topología de una variedad, grosso modo a este fenómeno se le conoce como rigidez topológica. En esta charla hablaremos acerca del tema y del trabajo alrededor de él como un área de investigación activa.

## Topología General

Coordinador: Fabiola Manjarrez Gutiérrez; Enrique Ramírez Losada

Edificio 221, Aula I

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Verónica Martínez	Lorena Armas S.	Natalia Jonard P.	Gabriela Hinojosa
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Leobardo Fernández	Mario Eudave Muñoz	Armando Mata R.	Luis Celso Chan P.
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Angela Martínez R.	Yenifer Rivas García	María Elena Irigoyen	José Ángel Frías
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Jorge Luis López	Adolfo J. Pimienta A.	Jose Gpe. Anaya O.	Enrique Castañeda
12:00–12:30	<b>Max Neumann C.</b>	Luis Alberto Guerrero	Estefany Gil		Stella Castro E.
12:30–13:00		Armando Romero M.	Idalia Gpe. Bautista	José A. Martínez C.	Manuel E. Chacón
13:00–13:30	María A. Guevara	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Araceli Guzmán T.				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	<b>Raúl Escobedo Conde</b>	<b>Salvador García F.</b>	<b>TARDE LIBRE</b>	Alejandra Soria Pérez	
17:00–17:30				José Gerardo Ahuatzi	
17:30–18:00	José Luis Suárez	Cenobio Yescas A.		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	Marlen Jiménez V.	José del C. Alberto			
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### El Teorema de Waldhausen. (CDV)

Max Neumann Coto (max.neumann@im.unam.mx)

Las 3-variedades son espacios que localmente se ven como el espacio euclidiano, pero globalmente pueden tener muchas formas distintas. Para distinguir unas de otras se usan invariantes algebraicos, como el grupo fundamental. Aunque hay variedades distintas con el mismo grupo, el Teorema de Waldhausen dice que si las variedades son irreducibles y suficientemente grandes entonces su forma topológica esta totalmente determinada por el grupo. Esta platica esta dirigida a estudiantes de la segunda mitad de la carrera con conocimientos básicos de topología.

### Sobre la clasificación de nudos no alternantes. (RI)

María de los Angeles Guevara Hernández (maria.guevara@ipicyt.edu.mx)

Un enlace es una unión disjunta de círculos encajados en  $S^3$ , un nudo es un enlace con una componente. Los enlaces que tienen un diagrama alternante son llamados enlaces alternantes y en caso contrario no alternantes. Los enlaces alternantes juegan un rol importante en teoría de nudos, geometría de 3-variedades y topología. En 2015, Greene y Howie probaron que la alternancia de un nudo es una propiedad topológica del exterior del nudo y no sólo una propiedad del diagrama. Además, una consecuencia de la solución a la Conjetura de Tait sobre nudos alternantes, obtenida por Menasco y Thistlethwaite, es el creciente interés en resolver qué tan “lejos” están los enlaces de ser alternantes. Esto sin despreciar que el complemento de los nudos alternantes tiene una estructura topológica y geométrica interesante. Por lo cual, existen muchas generalizaciones de enlaces alternantes, y éstas pueden dar surgimiento a invariantes que miden qué tan lejos están de ser alternantes. En esta plática, definiremos algunos invariantes que miden qué tan lejos están los nudos de ser alternantes y discutiremos algunas relaciones conocidas entre ellos. En particular nos enfocaremos en el numero de alternancia,  $alt(K)$ , y de dealternancia,  $dalt(K)$ . Además, veremos que existen familias para los cuales la diferencia entre estos dos invariantes es arbitrariamente grande y familias donde ambos invariantes coinciden.

**Pendientes toroidales y género de un nudo. (RT)**

Araceli Guzmán Tristán (guzman@matem.unam.mx)

Se dará una cota para las pendientes toroidales en términos del género de un nudo, lo cual representa una aproximación sobre una conjetura establecida por M. Teragaito en el 2003. Se analizará también el caso particular de nudos de género 3.

**Conjuntos que no estorban en un continuo. (CI)**

Raúl Escobedo Conde, Carolina Estrada Obregón, Javier Sánchez Martínez (escobedo@fcm.buap.mx)

Al conjunto de todos los subconjuntos cerrados y no vacíos de un continuo  $X$  (espacio metrizable, compacto y conexo), equipado con la topología de Vietoris, lo denotamos por  $2^X$ . Decimos que un elemento  $A$  de  $2^X$  no estorba a los puntos en  $X$ , si para cada punto  $p$  en  $X - A$  existe una función continua,  $f$ , definida en el intervalo cerrado  $[0, 1]$  y con valores en  $2^X$ , tal que  $f(0) = \{p\}$ ,  $f(1) = X$  y  $f(t) \cap A = \emptyset$  si  $0 \leq t < 1$ . Comentaremos acerca de este concepto, y otros relacionados (tales como conjunto que no es de corte y conjunto orilla), a la luz de la siguiente conjetura: un continuo  $X$  es una curva cerrada simple si y sólo si los únicos elementos de  $2^X$  que no estorban a los puntos en  $X$  son justamente los conjuntos que tienen un único punto.

**Sobre la clase  $\mathcal{P}$ . (RT)**

José Luis Suárez López (la.verdad.axiomatica@gmail.com)

Para un continuo  $X$ ,  $C(X)$  denota el hiperespacio de todos los subcontinuos de  $X$ , equipado con la topología inducida por la métrica de Hausdorff. El hiperespacio de los subcontinuos de  $X$  anclados en un punto  $p \in X$  es el subespacio de  $C(X)$  dado por  $C(p, X) = \{A \in C(X) : p \in A\}$ .

Un continuo  $X$  pertenece a la clase  $\mathcal{P}$ ,  $X \in \mathcal{P}$ , si  $C(p, X)$  es un arco o una 2-celda para cada  $p \in X$ , y el conjunto  $\{p \in X : C(p, X) \text{ es un arco}\}$  es a lo más numerable.

En esta plática hablaremos acerca de resultados sobre la irreducibilidad y mostramos caracterizaciones del arco y la curva cerrada simple en términos de la estructura topológica de sus hiperespacios de continuos anclados en puntos. Además de la clase de continuos cuyos hiperespacios anclados en un punto son parecidos a los del arco y la curva cerrada simple, llamados *arco similares* y *círculo similares*.

**Agujeros en bloques de Whitney en el hiperespacio de subcontinuos de arboles finitos. (RT)**

Marlen Jiménez Valdés (malena87@live.com.mx)

Un espacio topológico  $Z$  es unioherente si cada que  $Z = A \cup B$ , con  $A$  y  $B$  subconjuntos cerrados y conexos en  $Z$ , se tiene que  $A \cap B$  es conexo. Sean  $Z$  un espacio topológico unioherente y  $z$  un elemento de  $Z$ , decimos que  $z$  hace un agujero en  $Z$  si  $Z - \{z\}$  no es unioherente. Un continuo es un espacio métrico, compacto, conexo y no vacío. El hiperespacio de un continuo  $X$  denotado por  $C(X)$  es el conjunto de todos los subconjuntos de  $X$  compactos, conexos y no vacíos y es considerado con la métrica de Hausdorff. Un continuo es un árbol finito si es la unión de un número finito de arcos, tales que para cada par de ellos su intersección es el vacío o uno de sus puntos extremos. Una función de Whitney para  $C(X)$ , es una función continua  $\mu: C(X) \rightarrow [0, 1]$  que satisface las siguientes condiciones :

- $\mu(\{p\}) = 0$  para cada  $p \in X$ ,
- $\mu(A) < \mu(B)$  siempre que  $A \subset B$ ,

Siempre supondremos que  $X$  es no degenerado cuando hablemos de funciones de Whitney y pediremos a las funciones que satisfagan la propiedad adicional.

- $\mu(X) = 1$ .

Dados  $a, b \in [0, 1]$  un bloque de Whitney es el conjunto  $\mu^{-1}([a, b])$ .

Se presentarán resultados de que elementos de un bloque de Whitney del hiperespacio de un árbol finito lo agujeran, por ejemplo si  $a, b \in [0, 1]$  y  $A$  es un arco libre de un árbol finito  $X$  con  $A \in \mu^{-1}([a, b])$ , entonces  $A$  agujera a  $\mu^{-1}([a, b])$ .

**Hiperespacios, problemas y resultados. (CDV)**

Verónica Martínez de la Vega (vmvm@matem.unam.mx)

En esta plática voy a definir que son los hiperespacios de continuos y los productos simétricos, vamos a trabajar algunos ejemplos y vamos a platicar sobre los resultados mas sobresalientes en los últimos años.

**Sombreado en Hiperespacios. (CI)**

Leobardo Fernandez Roman, Chris Good (leobardof@ciencias.unam.mx)

Dado un espacio métrico compacto  $X$  y una función continua  $f: X \rightarrow X$  nos interesa estudiar la relación que hay entre el sistema dinámico  $(X, f)$  y los sistemas dinámicos inducidos a los hiperespacios  $F_n(X)$ ,  $f_n$ ,  $F(X)$ ,  $f^{<\omega}$ ,  $C(X)$ ,  $C(f)$  y  $2^X$ ,  $2^f$ . En esta plática nos enfocaremos en la propiedad de sombreado y veremos cuales de estos espacios conservan esta propiedad.

**Conjuntos T cerrados y la función  $T^\infty$ .** (RI)

Angela Martínez Rodríguez, Enrique Castañeda Alvarado, Félix Capulín Pérez (eigna@live.com.mx)

Un continuo es un espacio métrico, compacto, conexo y no vacío. Un subconjunto de un espacio métrico compacto es un subcontinuo si es un continuo.

Dado  $X$  un espacio métrico compacto definimos la función  $T$  de Jones del conjunto potencia de  $X$  en si mismo como  $T(A) = \{x \in X : \text{para cada } W \text{ subcontinuo de } X \text{ tal que } x \in \text{int}(W), W \cap A \neq \emptyset\}$ . Un subconjunto  $A$  de  $X$  es un conjunto  $T$ -cerrado si  $T(A) = A$ , a la familia de subconjuntos  $T$ -cerrados de  $X$  la denotamos por  $\mathfrak{T}(X)$ .

Para  $A \subset X$  definimos la función  $T^\infty(A) = \bigcap \{B \in \mathfrak{T}(X) : A \subset B\}$ . En esta plática analizamos algunas propiedades del conjunto  $\mathfrak{T}(X)$  y de la función  $T^\infty$ .

**Compactificación de espacios de cuadriláteros convexos y simples.** (RI)

Jorge Luis López López, Juan Ahtziri Gonzáles Lemus, Gilberto González Arroyo (jllopez@umich.mx)

Cada cuadrilátero determina de manera natural un punto en  $C^4$ , aunque uno puede considerar dos cuadriláteros que son semejantes como el mismo, pues tienen la misma forma. Si es así, cada cuadrilátero, o más bien la forma de cada cuadrilátero, determina de manera natural un punto en un espacio proyectivo. En tal espacio proyectivo está el subconjunto  $A$  correspondiente a los cuadriláteros convexos y el subconjunto  $B$  correspondiente a los simples. Describiremos las cerraduras de  $A$  y  $B$  dentro del espacio proyectivo. Aunque el interior de  $A$  y el interior de  $B$  son ambos una unión ajena de dos copias de  $R^4$ , sus cerraduras son muy distintas. Por ejemplo, la frontera de  $A$  es un par de esferas tridimensionales pegadas a lo largo de una banda de Möbius, y la frontera de  $B$  es más complicada de describir.

**Una introducción a los continuos alambrados.** (CDV)

Luis Alberto Guerrero Méndez, David Herrera Carrasco, Fernando Macías Romero (luisalberto\_gm4@hotmail.com)

Un *continuo* es un espacio métrico no vacío, compacto y conexo. Un *alambre* en un continuo  $X$  es un subconjunto  $\alpha$  de  $X$  tal que  $\alpha$  es componente de un conjunto abierto en  $X$  y  $\alpha$  es homeomorfo a uno de los espacios  $(0, 1)$ ,  $[0, 1)$ ,  $[0, 1]$  o la circunferencia unitaria  $S^1$  en el plano Euclidiano.

Dado un continuo  $X$ , sea

$$W(X) = \bigcup \{\alpha \subset X : \alpha \text{ es un alambre en } X\}.$$

Un continuo  $X$  es *alambrado* si  $W(X)$  es denso en  $X$ .

En esta plática hablaremos sobre algunos ejemplos y propiedades de los continuos alambrados, los cuales han sido definidos recientemente en [1] y [2]. **bibliografía:** [1] R. Hernández-Gutiérrez, V. Martínez-de-la-Vega, *Rigidity of symmetric products*, Topol. Appl. **160** (2013), 1577–1587. [2] R. Hernández-Gutiérrez, A. Illanes, V. Martínez-de-la-Vega, *Rigidity of hyperspaces*, Rocky Mt. J. Math. **45** (1) (2015), 213–236.

**Espacios  $\pi$ -pseudocompletos.** (CI)

Armando Romero Morales (romero2013@gmail.com)

Juhász define la clase de los espacios  $\pi$ -completos, y muestra bajo Axioma de Martín junto con la negación de la Hipótesis del Continuo, que en esta clase de espacios es equivalente la separabilidad y la condición de la cadena numerable. En esta plática veremos que este resultado se preserva en una clase más amplia, a saber la clase de los espacios  $\pi$ -pseudocompletos.

**Algunas aplicaciones de las selecciones de dos puntos a la topología y el análisis.** (CDV)

Salvador García Ferreira (sgarcia@matmor.unam.mx)

Una selección de dos puntos en un conjunto infinito  $X$  es simplemente una función  $f$  definida en pares de puntos  $\{x, y\}$  de  $X$  tal que  $f(\{x, y\})$  elige ya sea a  $x$  o a  $y$ . Con estas selecciones de dos puntos se pueden definir topologías en el conjunto dado  $X$ , y en los números reales se pueden definir medidas exteriores. Daremos ejemplos en estas dos direcciones.

**Subespacios Compactos de  $\Sigma$ -productos y familias de retracciones continuas.** (CDV)

Cenobio Yescas Aparicio (novo1126@hotmail.com)

Los espacios de Valdivia y de Corson aparecieron con el estudio de los espacios compactos de los  $\Sigma$ -productos. El estudio de estos espacios tiene importancia en Topología General y Análisis Funcional. Los espacios compactos de Corson son espacios compactos que se encajan en un  $\Sigma$ -producto y los espacios compactos de Valdivia son compactos que contienen un denso que se encaja en algún  $\Sigma$ -producto. Ejemplos de estos espacios son los espacios metrizable y sus productos. En Topología, las familias de retracciones continuas se han utilizado para estudiar la estructura de diversos espacios. En esta charla expondremos una caracterización entre

los espacios compactos de Valdivia y de Corson con familias de retracciones continuas, en concreto, con la noción de  $r$ -esqueleto. También, se dará una aplicación de esta caracterización para obtener más ejemplos de espacios compactos de Valdivia.

### La topología de Golomb en el conjunto de los números naturales. (RT)

José del Carmen Alberto Domínguez, Gerardo Acosta García (092a5002@alumno.ujat.mx)

En 1959 Solomon W. Golomb presentó una topología  $T_G$  en el conjunto de los números naturales  $\mathbb{N}$ , cuya construcción se basa en las siguientes progresiones aritméticas:  $P_G(a, b) := \{an + b : n \text{ es un entero no negativo}\}$  para cada par de números naturales  $a$  y  $b$  con  $(a, b) = 1$ , donde  $(a, b)$  es el máximo común divisor de  $a$  y  $b$ . El espacio topológico así obtenido es uno en donde la Topología General y la Teoría de Números se conectan de forma elegante, debido a que, desde el momento que tenemos que probar que la familia  $T_G$  de subconjuntos de  $\mathbb{N}$  que proponemos es una topología, se utilizan resultados de la Teoría de Números. Otra buena cantidad de resultados de Teoría de Números son necesarios para probar que el espacio topológico  $(\mathbb{N}, T_G)$  es conexo, Hausdorff y no metrizable. La intención de esta plática es presentar la topología  $T_G$ , algunas de las propiedades dichas anteriores y sobre todo algo muy interesante, con las propiedades de éste espacio topológico, se puede probar que el conjunto  $P$  de los números primos es infinito. En la prueba de algunas de éstas y otras propiedades se usa el conocido Teorema Chino del Residuo de la Teoría de Números, lo cual nos da una relación profunda del espacio  $(\mathbb{N}, T_G)$  con esta teoría de las matemáticas.

### La gráfica de cirugía de Dehn grandotota. (CDV)

Lorena Armas Sanabria (loenaarmas089@gmail.com)

Un enlace  $L$  de  $n$  componentes es la unión disjunta de  $n$  círculos encajados poligonalmente en una 3-variedad  $M$  y enlazados. La cirugía de Dehn es un método para obtener 3-variedades a partir de nudos o enlaces encajados en una 3-variedad arbitraria. Consiste en tomar una vecindad regular de cada componente del enlace y considerar el exterior de éste, volviendo a rellenar de acuerdo a la instrucción de cirugía, que es representada como una curva cerrada simple en el toro frontera de cada componente. En particular, si consideramos nudos o enlaces en la 3-esfera y hacemos cirugía en todas las componentes del enlace obtenemos 3-variedades conexas, cerradas (i.e. compactas y sin frontera) y orientables. Es un resultado clásico, llamado Teorema Fundamental de Cirugía probado por R. Lickorish, que toda 3-variedad conexa, cerrada y orientable se puede obtener de esta manera, haciendo cirugía en una clase especial de enlaces. En esta plática de divulgación hablaré de la gráfica de Cirugía de Dehn  $\mathcal{B}$  definida por W. Thurston en 2004. Esta gráfica es estudiada por G. Walsh y N. Hoffman y es construida de la siguiente manera. Un vértice  $v_M$  por cada 3-variedad cerrada y orientable, y una arista entre dos vértices diferentes  $v_M$  y  $v_{M'}$  si hay un nudo  $K \subset M$  tal que  $M'$  se obtiene por cirugía de Dehn a lo largo de  $K$  en  $M$ . Veremos que  $\mathcal{B}$  es conexa, tiene valencia infinita y diámetro infinito.

### Rango vs Género. (CDV)

Mario Eudave Muñoz (mario@matem.unam.mx)

Sea  $M$  una 3-variedad compacta. El rango de  $M$ ,  $r(M)$ , se define como el mínimo número de generadores del grupo fundamental de  $M$ . El género de Heegaard de  $M$ ,  $g(M)$ , se define como el mínimo género de una descomposición de Heegaard de  $M$ , o sea el mínimo género de una descomposición  $M = V \cup W$ , donde  $V$  es un cubo con asas y  $W$  es un cubo con asas o un cuerpo de compresión en caso que  $M$  sea una variedad con frontera. No es difícil probar que  $r(M) \leq g(M)$ , es una consecuencia del Teorema de Seifert-Van Kampen. Hace como 50 años, F. Waldhausen preguntó si siempre se tenía que  $r(M) = g(M)$ . M. Boileau y H. Zieschang dieron en 1984, una respuesta negativa a esta pregunta. Encontraron variedades de Seifert  $M$ , para las cuales se cumple que  $r(M) = 2$ , pero  $g(M) = 3$ . En 2007, J. Schultens y R. Weidman probaron que para variedades grafo, la diferencia  $g(M) - r(M)$  puede ser arbitrariamente grande. Más recientemente, en 2013, Tao Li probó que para variedades hiperbólicas  $M$ , la diferencia  $g(M) - r(M)$  también puede ser arbitrariamente grande. Sin embargo para el caso en que  $M$  sea el exterior de un nudo en  $S^3$ , no se conoce nada. En esta plática veremos un panorama de este problema así como de los problemas que continúan abiertos.

### Nudos y ovillos. (CDV)

Yenifer Rivas García (nievechepo@hotmail.com)

Un nudo es un encaje del círculo  $S^1$  en el espacio tridimensional  $\mathbb{R}^3$ , mientras que un ovillo es una pareja  $(B, t)$ , que consiste de una 3-bola  $B$  junto con dos arcos  $t$  propiamente encajados en  $B$ . En esta plática estudiaremos la clasificación de ovillos racionales, de nudos de dos puentes y presentamos algunos resultados generales para la solución de ovillos racionales.

### Algunos resultados sobre casi-uniformidades locales débiles. (CI)

Adolfo Javier Pimienta Acosta (pimienta@xanum.uam.mx)

W. Pervin, mostró en [4] que todo espacio topológico admite una casi-uniformidad que induce su topología. P. Fletcher, en [2] inició el estudio de los espacios topológicos que admiten una única estructura casi-uniforme y conjeturó que  $(X, \tau)$  admite exactamente una estructura casi-uniforme, si y solamente si  $\tau$  es finita. C. Barnhill y P. Fletcher en [1] mostró que si  $\tau$  es finita, entonces  $(X, \tau)$

admite una única casi-uniformidad que induce  $\tau$ . En [3], A. García-Máynez y A. Pimienta. En esta conferencia vamos a mostrar las propiedades más importantes de las casi-uniformidades locales débiles y daremos un teorema de completación para este nuevo tipo de estructura. **Bibliografía:** [1] C. Barnhill and P. Fletcher, *Topological spaces with a unique compatible quasi-uniform structure*. Arch. Math., **21**, (1970), 206–209. [2] P. Fletcher, *Finite topological spaces and quasi-uniform structures*, Canad. Math. Bull. **12** (1969), 771–775 [3] A. García-Máynez and A. Pimienta Acosta, *Completions of pre-quasi-uniform spaces*. Topology and its Applications: Aceptado. [4] W. Pervin, *Quasi-uniformation of topological spaces*, Math. Ann, **147** (1962), 316–317.

#### **Propiedades de las Funciones de Whitney.** (RT)

*Estefany Gil* (tifany\_prince@hotmail.com)

Las funciones de Whitney constituyen una manera de medir el tamaño de los elementps de  $2^X$  y son una herramienta poderosa para estudiar la estructura de los hiperespacios.

#### **Existencia de una funcion continua y suprayectiva del Conjunto de Cantor $C$ sobre el intervalo cerrado $[0, 1]$ desde un enfoque topológico.** (CI)

*Idalia Guadalupe Bautista Callejas* (dali\_445@hotmail.com)

El conjunto de Cantor  $C$  posee bastantes propiedades interesantes para su investigación. En este trabajo se pretende dar una demostración topológica de la existencia de una función continua y suprayectiva del Conjunto de Cantor  $C$  sobre el intervalo cerrado  $[0, 1]$  dejando de lado su denición algebraica, haciendo uso de algunos hiperespacios del espacio  $[0, 1]$  y de las funciones semicontinuas superiormente.

#### **Topología y geometría.** (CDV)

*Natalia Jonard Pérez* (nataliajonard@gmail.com)

La introducción del concepto de grupo sobrepasó los límites del álgebra y sacudió los cimientos de otras áreas de las matemáticas, como fue el caso de la geometría. Así, a finales del siglo XIX, el matemático Felix Klein propuso una nueva forma de entender la geometría desde el punto de vista de las acciones de grupos. Este nuevo enfoque dio inicio a una nueva forma de topología: la topología geométrica, y con ella el nacimiento de los grupos topológicos de transformaciones y las acciones de grupos topológicos. En esta plática de divulgación daremos una pequeña introducción a esta área de la topología. Revisaremos los conceptos básicos, algunas particularidades y varios ejemplos. Por último veremos cómo la topología (a través de las acciones de grupos topológicos) ayuda a resolver un problema geométrico que duró más de 50 años abierto.

#### **Aplicaciones de la Teoría de los Grupos Topológicos de Transformaciones.** (CDV)

*Armando Mata Romero* (armandomr@ujed.mx)

La Teoría de los Grupos Topológicos de Transformaciones corresponde al estudio de las simetrías de estructuras topológicas como variedades diferenciables, poliedros, variedades riemannianas, entre otros. Aquí concurren de manera exitosa el álgebra, el análisis, la geometría y la topología. De esta manera, las aplicaciones de esta teoría son diversas y relevantes dentro de la misma matemática. En esta plática se presentan ejemplos de algunas de ellas, donde de acuerdo a las propiedades topológicas del grupo actuante y del espacio fase, así como el tipo de acción, se crean nuevos espacios topológicos o se determinan propiedades de otros ya conocidos.

#### **Metrizabilidad de G-espacios propios.** (CDV)

*María Elena Irigoyen Carrillo, Enrique Vargas Betancourt* (mariaelena940803@hotmail.com)

En 1962 R. Palais introduce el concepto de acción propia para un grupo localmente compacto, esto con la intención de extender la teoría de grupos de transformaciones compactos al caso de grupos localmente compactos. Por otro lado, en 1979 V. V. Filipov presenta uno de los resultados más importantes dentro de la teoría equivariante acerca de la metrizabilidad de un  $G$ -espacio. Este teorema establece que: Si  $G$  es un grupo compacto y  $X$  un  $G$ -espacio, tal que tanto las órbitas como el espacio orbital son metrizables, entonces  $X$  es metrizable. En esta ocasión, presentaremos una generalización de este teorema para el caso de acciones propias de grupos localmente compactos establecido por S. Antonyan en su artículo "Proper actions of locally compact groups on equivariant absolute extensors".

#### **Propiedad b) y Unicoherencia.** (CDV)

*José Guadalupe Anaya Ortega* (jgao@uaemex.mx)

La unicoherencia es una propiedad muy importante que tienen los espacios Ecludianos, los cubos  $I^n$  ( $n = 1, 2, \dots$ ), las esferas  $S^n$  ( $n \geq 2$ ), los espacios proyectivos reales  $P_n(\mathbb{R})$ , el cubo de Hilbert  $I^\omega$ , los subcontinuos de Peano que no separan a la 2-esfera  $S^2$ , por mencionar sólo algunos. En términos intuitivos, un espacio topológico conexo es unicoherente si no tiene "hoyos". De manera

un poco más precisa, un espacio topológico  $X$  tiene un "hoyo" si existen dos subconjuntos cerrados y conexos de  $X$  tales que su unión es  $X$  pero la intersección de ellos es desconexa. De aquí, el círculo  $S^1$ , el cilindro  $S^1 \times I$  y el toro  $S^1 \times S^1$  son ejemplos de espacios que tienen un "hoyo". Unicoherencia y otros conceptos equivalentes surgen, de forma natural, durante el estudio de las propiedades topológicas del plano y de la esfera  $S^2$ . K. Kuratowski fue el primer autor en usar el término unicoherencia, y utilizó esta propiedad para obtener caracterizaciones topológicas de la esfera  $S^2$ . K. Borsuk introduce el uso de funciones continuas de un espacio dado en  $S^1$  para estudiar la unicoherencia. Esta técnica ha sido muy útil para atacar algunos problemas (tal como decidir si el producto de espacios unicoherentes es unicoherente), los cuales parecen no resolverse con otros métodos. Esta técnica, una de las herramientas más poderosas para estudiar unicoherencia, fue desarrollada aún más por S. Eilenberg y notablemente generalizada por T. Ganea. A esta técnica se le conoce como la **propiedad b)**. En esta plática abordaremos algunos resultados acerca de la propiedad b), los cuales nos ayudan para determinar que espacios topológicos tienen la propiedad. Además veremos la relación que existe entre la propiedad b) y la unicoherencia. En la última parte mostraremos algunos ejemplos de espacios que tienen la propiedad b).

#### **Sobre la estructura topológica del espacio $C_n C_K(X)$ . (RI)**

José Antonio Martínez Cortez, Enrique Castañeda Alvarado, José Guadalupe Anaya Ortega (jose\_an\_44@hotmail.com)

A un espacio métrico, compacto, conexo y no vacío se le llama *continuo*. Dado  $n \in \mathbb{N}$ , el  $n$ -ésimo hiperespacio de un continuo  $X$  es el conjunto  $C_n(X)$  definido como

$$\{A \subset X : A \text{ es no vacío, cerrado y tiene a lo más } n \text{ componentes}\}$$

dotado con la métrica de Hausdorff. Sea  $K$  un subconjunto compacto de  $X$ ,  $C_{n,K}(X)$  denota al conjunto

$$\{A \in C_n(X) : K \subset A\}.$$

En esta plática mostraremos la estructura topológica del espacio cociente  $C_n(X)/C_{n,K}(X)$  el cual denotamos por  $C_n C_K(X)$  a través de modelos geométricos.

#### **Extensiones de G-espacios. (CDV)**

Alejandra Soria Pérez (ale\_godel@hotmail.com)

Sea  $G$  un grupo topológico compacto. Se presentan generalizaciones de los conceptos de  $G$ -espacios y las aplicaciones equivariantes, analizando algunas propiedades análogas. Particularmente, se analizan propiedades en las categorías de  $G$ -espacios binarios y aplicaciones bi-equivariantes y de los  $G$ -pares y aplicaciones equivariantes entre  $G$ -pares.

#### **Dendritas que son determinadas por sus niveles de Whitney positivos. (RI)**

José Gerardo Ahuatzí Reyes, David Herrera Carrasco, Fernando Macías Romero (jgahuatzí@gmail.com)

Dado un continuo métrico  $X$ , consideramos el hiperespacio  $C(X)$  formado por todos los subespacios cerrados y conexos de  $X$ . Se dice que dos continuos métricos  $X$  y  $Y$  son equivalentes por sus niveles de Whitney si cualquier nivel de Whitney positivo para  $C(X)$  es homeomorfo a un nivel de Whitney positivo para  $C(Y)$  y viceversa. Se dice que  $X$  es determinado por sus niveles de Whitney si, para cualquier continuo  $Y$  tal que  $X$  y  $Y$  son equivalentes por sus niveles de Whitney, se cumple que  $Y$  es homeomorfo a  $X$ . Sea  $\mathcal{D}$  la clase de todas las dendritas cuyo conjunto de puntos extremos es cerrado. En esta charla presentamos algunos avances que los autores tienen acerca de la siguiente pregunta de A. Illanes y R. Leonel: ¿Las dendritas de la familia  $\mathcal{D}$  son determinados por sus niveles de Whitney? Además, se muestra que, para cada dendrita  $X \notin \mathcal{D}$ , existe una dendrita  $Y$ , no homeomorfa a  $X$ , tal que  $X$  y  $Y$  son equivalentes por sus niveles de Whitney; de este modo, cada dendrita  $X \notin \mathcal{D}$  no es determinada por sus niveles de Whitney.

#### **Superficies cubuladas en $\mathbb{R}^4$ son suavizables. (CI)**

Gabriela Hinojosa Palafox (gabriela@uaem.mx)

Decimos que una  $n$ -variedad topológica  $N$  es una  $n$ -variedad cubulada si está contenida en el  $n$ -esqueleto de la cubulación canónica  $\mathcal{C}$  of  $\mathbb{R}^{n+k}$  ( $k \geq 1$ ). En esta plática probaremos que toda 2-variedad cubulada, cerrada y orientable posee un campo transversal de 2-planos en el sentido de Whitehead y por lo tanto es suavizable.

#### **Botellas de Klein por cirugía en nudos hiperbólicos. (CDV)**

Luis Celso Chan Palomo (lcelsochan@hotmail.com)

Se ilustrará por medio de ejemplos la creación de botellas de Klein por cirugía en nudos. Posteriormente, se mostrará una cota superior óptima para las pendientes por cirugía en nudos hiperbólicos que producen botellas de Klein en términos del género del nudo que fue establecida por los japoneses Ichihara y Teragaito.

**La conjetura de Neuwirth para los nudos  $(1, 1)$  y satélites. (RT)**

José Ángel Frías García (frias@matem.unam.mx)

La conjetura de Neuwirth afirma que todo nudo no-trivial  $K$  en la 3-esfera está contenido en una superficie cerrada  $S$ , de tal manera que cualquier disco de compresión para  $S$  interseca a  $K$  en al menos dos puntos. K. Morimoto y M. Sakuma dieron una caracterización de los nudos  $(1, 1)$  y satélites mediante nudos toroidales y enlaces de dos puentes. Se hace uso de dicha caracterización para demostrar que la conjetura de Neuwirth se satisface para los nudos  $(1, 1)$  y satélites mediante la construcción específica de las superficies en cuestión.

**Suspensiones únicas. (CI)**

Enrique Castañeda Alvarado, Francisco Ulises Martínez Sánchez (eca@uaemex.mx)

Dado un espacio topológico  $X$ ,  $\text{sus}(X)$  denota la suspensión de  $X$ . Decimos que un espacio topológico tiene suspensión  $\text{sus}(X)$  única, si la siguiente implicación se cumple: Si  $Y$  es un espacio y  $\text{sus}(Y)$  es homeomorfo a  $\text{sus}(X)$  entonces  $Y$  es homeomorfo a  $X$ . En esta plática abordaremos el problema de determinar cuales espacios tienen suspensión única de manera particular para la clase de gráficas finitas.

**Algunas propiedades de los G-ANR's para G compacto. (CDV)**

Stella Castro Enríquez (stcaes\_92@hotmail.com)

Presentamos algunas propiedades de los G-ANR'S, cuando  $G$  es un grupo compacto de Hausdorff. Particularmente, presentamos algunos resultados relativos a la llamada Propiedad de Extensión de Homotopía Equivariante, G-PEH. Se verifica en algunas clases débilmente hereditarias y además se presenta una versión relativa de la misma cuando se trabaja en la categoría de los G-pares. Finalmente se presenta otra propiedad que involucra a los G-ANR's en un teorema de factorización y su versión relativa.

**Prueba alternativa de la existencia de métricas propias e invariantes. (RT)**

Manuel Eduardo Chacón Ochoa (chacon8manuel@yahoo.com.mx)

En el artículo Proper actions and proper invariant pseudometrics H. Abels, A. Manoussos y G. Noskov muestran que si un grupo localmente compacto  $G$  actúa propiamente en un espacio  $X$  metrizable localmente compacto y  $\sigma$ -compacto entonces existe una métrica propia y  $G$ -invariante compatible con la topología de  $X$ . Sin embargo la prueba dada en dicho artículo es extensa y complicada. En esta ponencia se presentará una demostración más breve del resultado mencionado.

# Sesiones Especiales

## Modelos Matemáticos y Simulación de Aguas Someras

Coordinador: Justino Alavez Ramirez

Edificio 221, Aula Isóptica 2

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	P González-Casanova			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Miguel Ángel Moreles			
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Glenda L López			
12:00–12:30	Gerardo Hernández	Emmanuel Munguía			
12:30–13:00					
13:00–13:30	Juan Carlos González	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Justino Alavez R				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30	Fco J Domínguez	Lorenzo H Juárez			
17:30–18:00	Salvador Botello R	Miguel Ángel Uh	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30					
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Asamblea de la Sesión: Modelos matemáticos y simulación de aguas someras**

Edificio 220, Aula Isóptica

Unidad de Estudios Avanzados

Miércoles (horario por anunciar)

**Un esquema cuántico numérico para las ecuaciones de aguas someras. (CI)**

Gerardo Hernández Dueñas (hernandez@im.unam.mx)

Las ecuaciones Saint-Venant para aguas someras han sido muy exitosas al describir la dinámica de fluidos geofísicos. Distintas clases de métodos numéricos se han desarrollado para resolver esta ley de conservación hiperbólica. B. Perthame y C. Simeoni (2001) introdujeron un esquema cinético al considerar una ecuación para la densidad de partículas e imponiendo un equilibrio de Gibbs. En esta charla, en lugar de resolver esa ecuación de manera usual, notamos que hay un sistema Hamiltoniano asociado y que se puede cuantizar. Discutiremos el esquema cuántico numérico que resulta y analizaremos sus propiedades.

**Método de volúmenes finitos para las ecuaciones de las aguas someras con transporte de sedimentos. (CI)**

Juan Carlos González Aguirre, María Elena Vázquez Cendón, Justino Alavez Ramírez (mylife450@hotmail.com)

En este trabajo abordamos la solución numérica de las ecuaciones de las aguas someras con transporte de sedimento con un método de volúmenes finitos, en el cual el flujo numérico es calculado utilizando el Q-esquema de van Leer, la discretización del término fuente que contiene la pendiente del fondo se considera descentrada y la discretización de los términos fuentes que contienen la pendiente de fricción y los procesos de erosión y deposición se consideran evaluados de manera puntual. Se presenta una análisis para que

el esquema numérico preserve la propiedad de conservación así como la condición con que se trabajan los frentes de seco mojado. Finalmente se presentaran resultados numéricos obtenidos con dicho esquema.

**Simulación bidimensional de la escorrentía superficial en la cuenca del Cuxcuchapa, Tabasco. (CI)**

*Justino Alavez Ramírez Audy Violeta Ojeda Arellanos (justinoalavez@hotmail.com)*

Presentaremos resultados de la simulación numérica bidimensional de la escorrentía superficial con escenarios de inundación en la cuenca del río Cuxcuchapa, que se localiza entre los municipios de Cárdenas, Cunduacán y Comalcalco, en el estado de Tabasco. Las inundaciones fueron provocadas por avenidas de 5, 50, 100, 500 y 1000 años de periodos de retorno. Se identificó que el principal parámetro del flujo que influye significativamente en la peligrosidad de la inundación en la zona de estudio es el tirante. Los resultados obtenidos servirán para proponer un "modelo de utilidad del agua" diseñando obras complementarias como canales y bordos con la finalidad de que sea útil para mitigar inundaciones y contribuya a aumentar la productividad de la zona. La finalidad de los canales y bordos serán: 1) Retener el agua de lluvia para los cultivos. 2) Distribuir el agua para otras zonas. 3) Desalojar el agua en exceso evitando las inundaciones.

**Solución numérica de las ecuaciones de aguas someras 1D por medio de Galerkin discontinuo. (RT)**

*José Carlos Sánchez Fernández, María Luisa Sandoval Solís (pepechuckmath@hotmail.com)*

Las ecuaciones de aguas someras unidimensionales son un sistema de ecuaciones diferenciales parciales cuasilineales que modelan la altura y el caudal de un fluido en un canal abierto. Por su parte, el método de Galerkin discontinuo es un esquema numérico que ayuda a encontrar una aproximación a la solución de ecuaciones o de sistemas de ecuaciones diferenciales. Este método puede verse como una combinación de los métodos de elemento finito y de volumen finito al utilizar funciones base y funciones de prueba como se realiza en el método de elemento finito, pero que satisface la ecuación por elemento y donde se impone el flujo numérico como condición de frontera de la misma manera que en volumen finito. Esto permite usar las técnicas de estabilidad desarrolladas para volumen finito logrando una mejor aproximación en zonas donde la solución tenga discontinuidades o pendientes muy pronunciadas. En este caso empleamos el limitador de pendiente minmod. Para la integración en el tiempo hemos utilizado dos técnicas formuladas tal que disminuyan la variación total: Euler TVD y Runge-Kutta TVD de segundo orden. Ambos esquemas son combinados con el limitador minmod. Para las condiciones de frontera se probaron tres flujos numéricos: HLL, Lax-Friedrichs y Roe. En esta charla se presentaran los métodos antes mencionados y se usarán para resolver varios ejemplos incluyendo la rotura de presa con y sin fricción sobre cama seca o cama mojada, salto hidráulico, flujo sobre un tope y flujo sobre una cama irregular.

**Esquemas de diferencias finitas generalizadas para aproximar la solución de las ecuaciones de Saint Venant. (CI)**

*Francisco Javier Domínguez Mota, Ariana Gaona-Arias, Martha Leticia Ruiz-Zavala, Daniel Santana-Quinteros, Gerardo Tinoco-Guerrero, J. Gerardo Tinoco-Ruiz (motahoo@gmail.com)*

En esta plática se presenta la aproximación de la solución de las ecuaciones de Sain-Venant usando diferencias finitas generalizadas en estenciles de nueve puntos diseñados para mallas estructuradas en regiones planas. El énfasis principal se centra en mallas lógicamente rectangulares que representan de una manera razonable cuerpos de agua como lagos, costas, esteros y ríos. Se muestran algunos resultados obtenidos para el lago de Pátzcuaro, que es de enorme importancia hidrológica, histórica, económica y cultural para el estado de Michoacán.

**Solution of thermal problems with enrichment techniques.**

*Salvador Botello Rionda, Ernesto Ortega, Julio Marti (botello@cimat.mx)*

Many problems science and engineering involving several materials are characterized by solution fields that are C0 continuous. Classical examples include thermal or structural fields in composite materials where the difference in material properties between the phases leads to discontinuities in the gradient field, also known as weak discontinuities. An accurate FEM solution for such problems can be achieved creating a conforming mesh. But many cases exist, where creating a conforming mesh is unfeasible. For those cases it is convenient to use an enrichment of the Finite Element (FE) space obtained by adding new local degrees of freedom to capture discontinuities within the element crossed by the materials' interface. In this work enrichment techniques available in the literature have been implemented and analyzed in several examples. However, unsatisfactory results in some of them have inspired the creation of a new enrichment technique which will be presented here. The proposed enrichment can be easily implemented in any existing FEM code (KRATOS in our case) as the new degrees of freedom are local to the interface elements. This allows for their static condensation, thus not affecting the size and structure of the global system of governing equations. Several examples illustrating the functionality of the method are presented.

**Método clásico de Godunov y técnicas relacionadas de orden superior.** (CDV)

*Pedro González-Casanova Henríquez (casanovapg@gmail.com)*

En esta plática, de carácter introductorio y panorámico, explicaremos porqué y cual es la importancia del método de Godunov para resolver problemas hiperbólicos no lineales. Explicaremos porque algunos conceptos claves para el análisis lineal, tales como consistencia, estabilidad y convergencia, dejan de ser operantes para el caso no lineal. Abordaremos algunas generalizaciones de alto orden de este método, tales como ENO o WENO. Finalmente y sujeto al tiempo abordaremos como se aplican a la ecuación de Saint Venant.

**Un modelo estabilizado de las ecuaciones de aguas someras.** (CI)

*Miguel Ángel Moreles Vázquez, Hugo Alfredo Carrillo Serrano, Manuel Ramírez Aranda (moreles@cimat.mx)*

En la charla presentamos una derivación de las ecuaciones de aguas someras a partir del Cálculo de Incrementos Finitos (FIC por sus siglas en inglés). Introducimos un método numérico de solución, y una técnica de elección de los parámetros de estabilización. Se ilustra el desempeño del método en problemas con soluciones de ondas de choque o de salto.

**Portal de monitoreo de precipitación y niveles de ríos en la cuenca Grijalva-Usumacinta.** (CI)

*Glenda Lizbeth López Broca, Julio Cesar Rodriguez Nives, Eduard de la Cruz Burelo, Emmanuel Munguía Balvanera (glopezb@cinvestav.mx)*

En este trabajo se propone una metodología para el desarrollo de un portal de monitoreo de datos de precipitación y medidas de niveles de ríos, que generan las estaciones automatizadas de la red de CONAGUA, ubicadas en los estados de Tabasco y Chiapas donde se encuentra la cuenca Grijalva-Usumacinta. En este trabajo se usa un enfoque geoespacial para el procesamiento y visualización de los datos, al igual que se integra un semáforo de alerta de inundación en los niveles de los ríos en Villahermosa, Tabasco. Como resultado final se tiene la visualización del portal en un entorno web y el almacenamiento de los datos obtenidos.

**Simulación de la inundación del 2010 en Villahermosa y zona conurbana, Tabasco México.** (CI)

*Emmanuel Munguía Balvanera, Glenda Lizbeth López Broca, Justino Alavez Ramírez, Rosa Esther Hernández Jiménez (balvanerae@hotmail.com)*

La intención de este trabajo es representar la inundación del 2010 en Villahermosa y zona conurbana en Tabasco, México; la simulación se realizó utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográficos, de CAD y el software IBER para los escurrimientos. Lo que se ideó fue optimizar las herramientas anteriores logrando una metodología eficiente para ahorrar tiempo del proceso de simulación. Utilizando herramientas de GIS para detectar las zonas propensas a inundación tomando como base el MDE; también para definir calles. CAD para mejorar la geometría de las calles y optimizar la malla, representar las batimetrías; así como dibujar bordos y muros elevados. Posteriormente, en IBER, representar superficies NURBS en 2D, asignando valores iniciales, también asignar las elevaciones y representar la malla en 3D. Por último, se deformó la malla para representar muros y bordos. El conocimiento que se obtuvo fue elaborar una metodología con base en software libre, y teniendo como propósito aportar información para elaborar mapas de riesgo combinado con un portal hidrológico. La investigación contribuye a plantear una alerta temprana para disminuir la vulnerabilidad de la zona de estudio.

**Importancia de la entropía en las leyes de conservación.** (CDV)

*Jessica Teresa Rojas Cuevas, Hector Juárez Valencia (jessrocu@gmail.com)*

Las leyes de conservación generalmente se expresan mediante una ecuación de continuidad, es decir una ecuación diferencia parcial que modela la relación entre la variación de la sustancia conservada y su transporte en un medio continuo. Cuando se presentan discontinuidades en los datos o en las soluciones, las ecuaciones de leyes de conservación en su forma diferencial no pueden modelar el comportamiento de la sustancia en el medio, por lo que se recurre a las leyes de conservación en su forma integral. El problema con dichas ecuaciones es que se genera multiplicidad en las soluciones del sistema, por lo cual es necesario introducir una propiedad física llamada Entropía que nos permite elegir aquella solución que sea físicamente relevante. En esta plática se mostrará el papel que tiene la entropía en la existencia y unicidad de las soluciones.

**Sobre los modelos de aguas someras y control.** (CI)

*Lorenzo Héctor Juárez Valencia (hect@xanum.uam.mx)*

En esta charla se mencionarán algunos aspectos importantes de los modelos de aguas someras y se presentará parte de la investigación relacionada al control de sistemas hiperbólicos.

**Modelación numérica de aguas someras usando volúmenes finitos no estructurados. (CI)**

*Miguel Ángel Uh Zapata (angeluh@cimat.mx)*

El modelado de aguas someras es actualmente usado en una gran variedad de aplicaciones, por ejemplo, en canales abiertos, esteros y flujos marinos, en la contaminación y el transporte de sedimento, la evolución morfológica de ríos, en el estudio de inundaciones, rompimiento de presas, entre otros. En esta plática se presentará y se discutirá las ventajas de un modelo numérico para simular aguas someras sobre fondos irregulares. El modelo es basado en el método de proyección, el cual consiste en una combinación de las ecuaciones de continuidad y de momento para establecer una ecuación del tipo Poisson. Además, el dominio computacional es dividido mediante volúmenes finitos sobre un mallado no estructurado. Finalmente, se presentará casos de prueba que validan el método y algunas aplicaciones actuales del mismo.

## 30 años de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas

Coordinador: Rita Vázquez Padilla  
 Edificio 220, Aula Isóptica  
 Unidad de Estudios Avanzados

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN	Alejandro Illanes			
9:30–10:00		Rogelio Valdez			
10:00–10:30		Jesús Jerónimo			
10:30–11:00	PLENARIA	José Antonio Gómez	RECESO		
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO	Marco A Figueroa			
12:00–12:30		Julio César Díaz	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
12:30–13:00		Ignacio Barradas			
13:00–13:30		PLENARIA			
13:30–14:00					
14:00–14:30	COMIDA				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30		Ma Eugenia Guzmán			
17:30–18:00		Eugenio D Flores			
18:00–18:30		Luis E García			
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA	ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:00–19:30					
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Mi paso por las Olimpiadas de Matemáticas.**

*Alejandro Illanes Mejía* (illanes@matem.unam.mx)

Como algunos de nuestros colegas tuve la fortuna de ver cómo se iniciaron las olimpiadas de matemáticas en México, y de participar en muchas de sus actividades. En esta plática hablaré de algunos aspectos históricos que no son tan conocidos. También comentaré (insistiré), como ya lo he hecho antes, de por qué me parece que las olimpiadas son un proyecto muy exitoso.

**Dinámica holomorfa en la Olimpiada.**

*Rogelio Valdez Delgado* (valdez@uaem.mx)

En el 25° Concurso Nacional de la Olimpiada Mexicana de Matemáticas, en San Luis Potosí, apareció como problema 3 un sistema de  $n$  ecuaciones con  $n$  incógnitas que se podía resolver usando técnicas usuales de olimpiada. Aún más, se encontró una solución usando una observación de dinámica holomorfa. Es esta solución la que se presentará en la plática.

**La delgada línea entre los problemas de Olimpiada y la investigación en matemáticas.**

*Jesús Jerónimo Castro* (jesusjero@hotmail.com)

Las Olimpiadas de Matemáticas, para muchos de los que de alguna manera hemos estado relacionados con ellas, nos han dado la oportunidad de conocer un poco del fascinante mundo de las Matemáticas. Al entrenarnos por primera vez para competir en un certamen de estos, o al entrenar a estudiantes, nos damos cuenta que las matemáticas son mucho más divertidas y fascinantes de lo que nos presentan como Matemáticas en los cursos escolares. Por otro lado, se tiene la idea de que la investigación en Matemáticas es exclusiva de los profesionales de esta ciencia y que un estudiante de bachillerato o licenciatura aún no está preparado para generar una aportación interesante. Sin embargo, hay algunas áreas de las Matemáticas donde con pocos prerrequisitos se puede entender e intentar la resolución de problemas abiertos. La Geometría Discreta y la Convexidad son algunos ejemplos de estas áreas. En esta charla mostraré algunos resultados clásicos y algunos no tan clásicos, donde el punto de partida fue un problema de Olimpiada de Matemáticas. De este modo, se muestra como en ocasiones la línea que separa a los problemas de Olimpiada y la investigación en Matemáticas puede ser muy delgada.

**Problemas de la OMM con soluciones ingeniosas.**

José Antonio Gómez Ortega (jago@ciencias.unam.mx)

Hablaré un poco de la historia de la OMM, con algo de datos y comparativos. También de problemas que se resolvieron con algo de ingenio y grandes colaboraciones.

**La olimpiada de matemáticas en México y en otros lados.**

Marco Antonio Figueroa Ibarra (marcant@cimat.mx)

La olimpiada mexicana de matemáticas ha crecido mucho en los últimos años, pero todavía puede crecer más. En esta charla, se expondrán algunas ideas que han funcionado con éxito en algunos países y se discutirá su posible implementación en México.

**Técnicas de resolución de problemas en ecuaciones diofantinas: de las olimpiadas de matemáticas a la investigación.**

Julio César Díaz Calderón (julio\_dc@ciencias.unam.mx)

El propósito de esta charla es dar una introducción a las ecuaciones diofantinas, un concepto matemático constante tanto en las olimpiadas como en la investigación. La exposición se divide en dos partes. En la primera parte se estudiarán tres técnicas para resolver un mismo problema, el teorema de Fermat para la suma de dos cuadrados. Estas técnicas atacan el problema desde diferentes ópticas: la teoría de números, con las formas cuadráticas; la geometría moderna, con el teorema de Ptolomeo y el análisis, con el teorema del punto fijo. En la segunda parte se analizará la ecuación de Pell y una forma de resolverlas con fracciones continuas, una aplicación importante en la teoría de números. A lo largo de la exposición se presentarán ejemplos en los que estas técnicas se utilizaron para resolver problemas en las competencias de matemáticas y en la investigación.

**¿Para qué ha servido la Olimpiada de Matemáticas?**

Ignacio Barradas (barradas@cimat.mx)

A 30 años del inicio de la Olimpiada de Matemáticas en nuestro país cabe preguntarse: ¿Para qué ha servido? ¿Ha sido una buena idea? ¿Ha aumentado el número de vocaciones matemáticas? Adicionalmente, uno se puede preguntar qué se esperaría de la Olimpiada en el futuro. En esta plática se intentará dar una idea de qué es, cómo se trabaja y qué efectos tiene la Olimpiada en sus participantes: Se mostrarán algunos ejemplos de problemas y cómo estos llevan a desarrollar una manera de pensar que permiten a los participantes desarrollar habilidades que son deseables ya sea que decidan estudiar alguna carrera en las llamadas ciencias exactas o en cualquier otra disciplina.

**Geometría Olímpica Mexicana.**

Hugo Villanueva Méndez (vill\_hugo@hotmail.com)

La geometría es un área de la olimpiada de matemáticas que tradicionalmente se incluye en todos los concursos, en parte se debe a que se pueden visualizar los problemas y permite construir soluciones. En esta plática presentaremos algunos problemas de geometría de la OMM que se pueden solucionar de manera creativa y constructiva.

**Euclides en la Olimpiada de Matemáticas.**

María Eugenia Guzmán Flores (floresguz55@yahoo.com.mx)

El arduo trabajo de la revisión de los exámenes en los concursos, se compensa con la gran variedad de soluciones, algunas tortuosas, otras sencillas y claras. En los concursos estatales encontré soluciones de problemas de Geometría que me llevaron a revisar el libro "Los Elementos" de Euclides y en esta charla les mostraré como hemos utilizado las ideas de Euclides en la elaboración de actividades para los entrenamientos.

**La Olimpiada después de ser anfitriones.**

Eugenio Daniel Flores Alatorre (floreseugenio@hotmail.com)

La Delegación de San Luis Potosí organizó el Concurso Nacional de la OMM en 2011, justo hace 5 años para el 25 aniversario. El proceso para organizar la Olimpiada desde amarrar la sede hasta el día de la clausura fue largo y cambió la cara de la Olimpiada en San Luis -y, con algo de suerte, también la del Concurso Nacional.

**Construcciones mágicas en el plano.**

Luis Eduardo García Hernández (microtarxcaty@ciencias.unam.mx)

Dentro de la olimpiada es natural enfrentarse a problemas de la geometría euclidiana que en un comienzo parecen imposibles de atacar. En ese sentido una construcción de algún elemento nuevo puede convertirse en una estrategia "mágica" que da luz para llegar a resolver el problema. En la plática se describirá cómo se desarrollan este estilo de construcciones y se darán ejemplos de esta técnica.

## Las Matemáticas para la Ciencia de Datos

Coordinador: Natalia García Colín

Edificio 220, Aula B1

Unidad de Estudios Avanzados

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN				Abel Coronado I
9:30–10:00					Elio A. Villaseñor
10:00–10:30	RECESO				Ramón Reyes C
10:30–11:00	PLENARIA				Eric Sadit Tellez
11:00–11:30		RECESO			
11:30–12:00	TRASLADO				Daniela A Moctezuma
12:00–12:30					Mario Graff Guerrero
12:30–13:00					A Martín del Campo
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30					
17:30–18:00			PLENARIA	PLENARIA	
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA		ASAMBLEA	CLAUSURA
19:00–19:30					
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Big data y ciencia de datos.

Abel Coronado Iruegas (abel.coronado@inegi.org.mx)

El diluvio de información que nos inunda no parará, al contrario se incrementará de una manera vertiginosa. La pregunta es: ¿Cómo enfrentar esa avalancha de información? Las herramientas tecnológicas, matemáticas y estadísticas están evolucionando para dar respuesta a las preguntas que nos asaltan, cuando el volumen, la variedad o la velocidad de la información que tenemos que enfrentar nos saca de nuestra zona de confort, cuando las herramientas que tenemos al alcance no son suficientes para dar respuesta a las necesidades de análisis que se nos demandan nuestros clientes, jefes o conciencias. Big data es la colisión amistosa entre las matemáticas, la estadística y las tecnologías de la información, es tiempo de reflexionar: ¿Qué es Big Data y Ciencia de Datos? y ¿Cómo nos adaptaremos al diluvio de información que viene?

### Técnicas de inteligencia computacional para el análisis exploratorio de datos.

Elio Atenógenes Villaseñor García (elio.villasenor@infotec.mx)

En esta plática se presentarán los principales problemas en el análisis exploratorio de datos así como las dificultades técnicas que presentan los métodos tradicionales cuando se tratan conjuntos de datos del mundo real. Finalmente se muestran las bondades de utilizar métodos basados en inteligencia computacional, en particular, redes neuronales artificiales.

### Una introducción al análisis topológico de datos.

Ramón Reyes Carrión, Natalia García Colín (ramon.reyes@infotec.mx)

El análisis topológico de datos es una disciplina emergente, la cual recientemente y debido a su carácter interdisciplinario (topología, computación, probabilidad y estadística), ha atraído la atención en México de varios grupos de investigadores. En esta charla daremos una rápida introducción a las ideas principales y algunas sus de las aplicaciones.

**Un enfoque sencillo para la clasificación de polaridad multilinguaje en Twitter.**

*Eric Sadit Tellez Avila, Sabino Miranda-Jimenez, Mario Graff, Daniela Moctezuma, Oscar S. Siordia, Elio Villaseñor*  
(eric.tellez@infotec.mx)

El análisis de sentimientos ha recibido mucha atención recientemente debido a su habilidad de clasificar las opiniones de usuarios de redes sociales. La tarea de análisis de sentimiento consiste en determinar la polaridad de un texto dado, esto es, su nivel de positividad o negatividad. En general, la identificación puede ser una tarea compleja, la cual se complica dado el alto número de variantes léxicas y errores introducidos por la gente que genera el contenido. Dado el interés en el campo, de manera regular se lanzan convocatorias con retos para medir el desempeño de los sistemas de análisis de sentimiento, el objetivo es avanzar rápidamente en el área. Tradicionalmente, estas competencias se focalizan en un lenguaje en particular; esto naturalmente produce que la mayoría de las técnicas utilizadas sean dependientes del lenguaje. En esta charla se discute nuestro framework multilinguaje para el análisis de sentimiento en Twitter, que intentamos sea un punto de referencia en el área.

**Ciencia de datos con visión artificial.**

*Daniela Alejandra Moctezuma Ochoa* (dmoctezuma@centrogeo.edu.mx)

Hoy en día la cantidad de información que se produce es cada vez menos manejable por los sistemas y técnicas tradicionales. Este es el caso de las imágenes de grandes resoluciones y dado a la facilidad con la que las almacenamos, tenemos mayor cantidad de ellas. En esta charla se hablará de cómo se puede manejar grandes volúmenes de información, en formato de imagen, sus aplicaciones actuales e ideas futuras.

**Evolucionando gráficas acíclicas no dirigidas (EvoDAG).**

*Mario Graff Guerrero* (mgraфф@gmail.com)

En esta plática se introduce un método de Programación Genética para la generación automática de programas representados como grafos acíclicos. Se hará un énfasis en el uso de EvoDAG para resolver problemas de clasificación y regresión en problemas de altas dimensiones y con miles de ejemplos.

**El Merengero vs. El Chicharronero: una 'amigable' introducción a la estadística algebraica.**

*Abraham Martin del Campo Sanchez* (abraham.mc@cimat.mx)

Echando volados, es la manera más intuitiva (a mi parecer) de explicar algunos conceptos de probabilidad y estadística. La fórmula del chicharronero es famosa y en la escuela nos la enseñan para encontrar las soluciones de una ecuación de la forma  $ax^2 + bx + c = 0$ . Partiremos de estos dos conceptos para explicar (a base de ejemplos) la estadística algebraica, que es un área de las matemáticas, relativamente nueva, en donde se combinan el álgebra, la geometría, e incluso la combinatoria, para tratar de entender los modelos estadísticos.

### III Encuentro del Comité Nacional de Instituciones de Matemáticas, CONIM

Coordinador: Francisco Javier Cepeda Flores

Edificio 221, Aula Isóptica 3

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN	SESION CONIN			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	PLENARIA				
11:00–11:30	RECESO				
11:30–12:00	TRASLADO	SESION CONIN			
12:00–12:30					
12:30–13:00					
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00			TARDE LIBRE		
17:00–17:30					
17:30–18:00				PLENARIA	PLENARIA
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30			ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

#### Orden del día

1. Lista de asistencia y actualización de directorio.
2. Informes de Comisiones y acuerdos:
  - A) Coordinación, directorio e inventario de recursos
  - B) Comité de impulso a las matemáticas.
3. Informes sobre Convocatoria de Acreditaciones del CAPEM.
4. Programa de trabajo 2016-2017 y responsables.
5. Asuntos generales.

## De Joven a Joven

**Coordinador:** Bertha Gamboa y Adriana Moreno Valdez  
Actividades a Realizarse en Diversos Bachilleratos de Aguascalientes

**Las matemáticas en el mundo real.** (CDV)  
*Fernando Núñez Medina* (fernando751023@gmail.com)

En su paso por los cursos de matemáticas de nivel medio superior y superior, algunos estudiantes se encuentran con interrogantes como ¿para qué sirve el álgebra?, ¿cuál es el uso de las funciones?, ¿para qué sirven la derivada y la integral? En esta charla veremos algunas aplicaciones de las matemáticas a situaciones cotidianas, las cuales ilustran su uso en la vida real. Además de lo anterior se darán algunos ejemplos de aplicaciones en distintas áreas del conocimiento.

**Gráficas, caminos y probabilidad.** (CDV)  
*Octavio Arizmendi Echegaray* (octavius@cimat.mx)

En esta platica explicaremos como se combinan dos ramas de la matemática, teoría de gráficas y probabilidad. En particular explicaremos como sirven ésta herramientas para modelar redes sociales.

**Las matemáticas detrás de la tecnología.** (CDV)  
*Martha Lorena Avendaño Garrido* (maravendano@uv.mx)

Los estudiantes de bachillerato están inmersos en la era digital. Los jóvenes están completamente habituados a usar teléfonos celulares, tabletas digitales y computadoras, con estos dispositivos muchas veces realizan actividades lúdicas como: tomar fotografías, jugar videojuegos, buscar información en internet, entre muchas otras. Para que dichas actividades se puedan realizar hubo que desarrollar y estudiar Matemáticas. En esta plática se mencionaran algunos conceptos matemáticos básicos que dieron lugar a la tecnología que usamos cotidianamente.

**Tocando guitarra con matemáticas.** (CDV)  
*Víctor Pérez García* (victopez@uv.mx)

Se mostrará cómo pueden aplicarse las matemáticas para tocar la guitarra. Para ello, se darán nociones básicas de armonía musical y las herramientas matemáticas necesarias para abordar y resolver un problema en concreto: tocar la guitarra usando un esfuerzo mínimo en los dedos.

**¿Cómo gritar un secreto sin que los demás lo entiendan?** (CDV)  
*Homero Renato Gallegos Ruíz* (h.r.gallegos.ruiz@gmail.com)

En las comunicaciones modernas, la información viaja públicamente, pero uno desea que algunos mensajes sean secretos, por ejemplo: las contraseñas, los números de tarjeta de crédito, o los mensajes instantáneos del celular. Las matemáticas permiten obtener métodos muy eficientes para transmitir información secreta por medios públicos. Describiré uno de los principales métodos creado por Diffie y Hellman.

**¿Pruebas? ... ¿A qué saben?** (CDV)  
*Abraham Martin del Campo Sanchez* (abraham.mc@cimat.mx)

Hay pruebas de amor, pruebas de valentía, pruebas de sabor, pero también hay pruebas matemáticas. A pesar de su nombre, las pruebas matemáticas no son exámenes ni reactivos que se crean para verificar cuantas matemáticas sabes, sino soluciones a preguntas matemáticas. Uno de los ingredientes fundamentales en el quehacer matemático es el de probar teoremas, y en esta charla explicaremos que es esta actividad que mantiene adictos a los matemáticos. Iniciaremos con ejemplos gráficos, e introduciremos el concepto de inducción.

**¿Qué tiene que ver el cálculo de áreas con el cultivo de chayotes?** (CDV)  
*Carlos Alberto Hernández Linares* (carlhernandez@uv.mx)

Desde que la especie humana se volvió sedentaria, surgió la necesidad de cultivar para producir alimentos y con ello la necesidad de contar y medir, no solo longitudes sino también áreas. Ahora bien, averiguar el área de un terreno rectangular o triangular, como

se nos plantea muchas veces en la escuela, es algo sencillo. Sin embargo, casi siempre la realidad es más complicada que eso y con frecuencia nos enfrentamos a la necesidad de calcular el área de un terreno de cultivo con forma irregular. En esta charla veremos algunos ejemplos de cómo estimar estas áreas relacionando este cálculo con algunos conceptos de matemáticas aprendidos en la escuela.

**Matemáticas en la vida diaria (CDV)**

*Francisco Eduardo Castillo Santos (paco@cimat.mx)*

En esta plática expondremos como las matemáticas de nivel avanzado las podemos encontrar en situaciones cotidianas. Se expondrá maneras de resolver acertijos y juegos, utilizando matemáticas no muy comunes. El objetivo de la plática es dar a conocer de manera entretenida temas de matemáticas.

---

## Dinámica No Lineal y Sistemas Complejos

Coordinador: Carlos Islas Moreno

Edificio 221, Aula Isóptica 3

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
9:00–09:30	INAUGURACIÓN						
9:30–10:00							
10:00–10:30	RECESO						
10:30–11:00	PLENARIA						
11:00–11:30							
11:30–12:00	TRASLADO	RECESO					
12:00–12:30							
12:30–13:00							
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA		
13:30–14:00							
14:00–14:30	COMIDA						
14:30–15:00							
15:00–15:30							
15:30–16:00							
16:00–16:30							
16:30–17:00							Faustino Sánchez G
17:00–17:30		Michiko Amemiya R					
17:30–18:00		Hernán González A	PLENARIA	PLENARIA			
18:00–18:30		Manuel J Falconi					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA					
19:00–19:30			ASAMBLEA	CLAUSURA			
19:30–20:00	Traslado	Traslado					

### Emergencia de patrones en dominios con crecimiento.

*Faustino Sánchez Garduño* (faustinos403@gmail.com)

En el artículo: The chemical basis of morphogenesis, publicado en 1952, Alan Mathison Turing, plantea que subyacente a la emergencia de patrones (con énfasis en los biológicos) hay dos procesos físicos: reacción química de sustancias y la difusión de éstas. Desde entonces a la fecha, el mecanismo morfofogenético de Turing se ha usado para explicar la emergencia de variedad de patrones. También se han hecho extensiones a la teoría original. En la plática se incorporará la dinámica del dominio sobre el que se llevan a cabo los dos procesos básicos mencionados teniendo como mecanismo morfofogenético el que proviene de una bifurcación de Turing-Hopf.

### Simulación de filas de espera con modelación basada en agentes.

*Michiko Amemiya Ramírez* (amemiya.michiko@gmail.com)

Pendiente

### Análisis de escala a imágenes encriptadas.

*Hernán González Aguilar, José Salomé Murguía, Cecilia Vargas Olmos, Marco T. Ramírez-Torres, Marcela Mejía Carlos, Haret Rosu Barbus, Jesús Aboytes* (ahernan@fc.uaslp.mx)

En la actualidad el cifrado de datos, ya sea texto, imágenes, audio o video, está presente cotidianamente e incluso el cifrado de cierta información es de vital importancia en el comercio electrónico. Para el caso de cifrado de imágenes, la seguridad se considera como uno de los requisitos del desempeño del cifrado, esta suele clasificarse como criptográfica o perceptual, donde la seguridad criptográfica está relacionada con el esquema de cifrado utilizado, mientras que la seguridad perceptual está relacionada con la ininteligibilidad de la imagen cifrada que puede ser medida por medio de métricas subjetivas u objetivas. En la plática se presentan propiedades de escala de un conjunto de imágenes cifradas mediante el análisis de fluctuaciones sin tendencia basado en wavelets. Con base a los resultados obtenidos, se plantea establecer la posibilidad de usar el exponente de escala como una medida de la calidad del contenido de la imagen cifrada.

**Coevolución: un enfoque matemático.**

*Manuel Jesús Falconi Magaña* (mjfalconi@gmail.com)

Resumen en el siguiente link: [http://www.smm.org.mx/user\\_files/ponencias2016/212\\_Falconi.pdf](http://www.smm.org.mx/user_files/ponencias2016/212_Falconi.pdf)

---

## Estadística Social

Coordinador: Virginia Abrin Batule y Ernesto Cervantes Lopez

Miercoles: Edificio 221, Aula K  
Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Jueves: Edificio 221, Aula Isóptica 3  
Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN			José de Jesús Suárez	Elio A Villaseñor
9:30–10:00				Roberto González A	Alfredo Bustos
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	PLENARIA				
11:00–11:30		RECESO	Edgar Vielma Orozco	RECESO	
11:30–12:00	TRASLADO		José Antonio Gallegos	Daniela A Moctezuma	Ana Miriam Romo
12:00–12:30					
12:30–13:00					
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30					
17:30–18:00			PLENARIA	PLENARIA	
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA		ASAMBLEA	CLAUSURA
19:00–19:30					
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Medición de delitos graves, Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).** (CDV)  
*Edgar Vielma Orozco* (edgar.vielma@inegi.org.mx)

La Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública se ha vuelto un instrumento de gran interés para la sociedad por sus diversas variables y temáticas que maneja, así mismo se ha consolidado por estimar cifras sobre los delitos graves (Secuestro, Desaparición y Homicidios), que a su vez se pueden contrastar con los registros administrativos y obtener tendencias y comportamientos similares, para esto fue requerido hacer mejoras en el instrumento de medición.

**Confianza en las autoridades de seguridad pública, Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).** (CDV)

*José Antonio Gallegos Urenda* (jose.urenda@inegi.org.mx)

Dada la alta correlación que se detectó entre las actuales variables de confianza y desempeño en las autoridades de seguridad pública en la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública y las necesidades de desarrollar nuevas técnicas que permitan al usuario distinguir las opciones de respuestas positivas y negativas, se creó una variable de diseño que permitiera darle continuidad a la anterior variable de confianza y a su vez contar con la nueva variable antes descrita sin gastar recursos y tiempo para el informante en mantener todas las variables.

**Ordenamiento de variables auxiliares en muestreo balanceado y algunas aplicaciones.** (CDV)

*José de Jesús Suárez Hernández* (jesus.suarez@inegi.org.mx)

El Método del Cubo es un método general que selecciona muestras aproximadamente balanceadas para cualquier número de variables auxiliares. Si el número es demasiado grande, más de diez según los autores, para que el problema de programación lineal, utilizado en el método, sea resuelto por un algoritmo simplex, entonces al final de la fase de vuelo debe eliminarse una variable, relajando así

una restricción y permitiendo regresar a la fase de vuelo hasta que no sea posible moverse más dentro del hiperplano de restricciones. Las restricciones son así relajadas sucesivamente. Además, la reducción en la varianza del estimador Horvitz-Thompson del total de la variable de interés, en un diseño de muestreo balanceado, depende de su correlación con las variables auxiliares. Por esta razón, es necesario ordenar las variables controladas considerando como criterio de ordenamiento a la importancia de sus correlaciones con la variable de interés, de tal forma que las restricciones menos importantes sean relajadas primero. En este trabajo, la técnica Componentes Principales Supervisadas es aplicada tanto a 9 variables de los datos MU284 como a 104 variables de los datos ENIGH2002, en el ámbito de ajuste por regresión gaussiana, para calcular las correlaciones entre la variable de interés y las variables auxiliares. Luego con estos valores, llamados scores, se asigna un orden estadístico de correlación a cada variable. Después por medio de validación cruzada del cociente de verosimilitudes se determina el número óptimo de variables controladas. Finalmente se aplica el Método del Cubo, a este conjunto de información auxiliar reducido, para obtener muestras aproximadamente balanceadas del estimador Horvitz-Thompson, usando el método de eliminación de variables en su fase de aterrizaje.

#### **La disponibilidad a pagar de los hogares en la ciudad de Aguascalientes por un mejor servicio de agua potable.**

*Roberto González Acolt, Felipe de Jesús Salvador Leal Medina, Manuel Díaz Flores (rgonza@correo.uaa.mx)*

El trabajo tiene como objetivo exponer la disposición que tienen los hogares en la ciudad de Aguascalientes respecto al pago del consumo de agua potable. Para ello, se utilizó el método de valoración contingente (MVC) que consiste en preguntar a las familias su disposición a pagar (DAP) a fin de mejorar las condiciones del servicio de agua. En la investigación se partió de un modelo econométrico probit para estimar la DAP y se utilizó un formato de pregunta dicotómica única:  $P(DAP = 1|X) = G(\beta_0 + \beta X)$ . Donde  $G$  es una función de distribución acumulada normal estándar;  $DAP = 1$  si el entrevistado manifestó una disponibilidad a pagar positiva por mejorar el servicio de agua en su hogar y 0 en caso negativo;  $\beta$  es un vector de parámetros y  $X$  es una matriz de variables independientes como el monto en \$ ofrecido a pagar por mejorar el servicio de agua potable; sexo, educación, edad, ingresos, integrantes de la familia. Los resultados indican que las mujeres tienen una mayor DAP por el servicio de agua potable; por otra parte, aunque a mayor ingreso de la familia mayor es su DAP, son los hogares de menores ingresos los que en su mayoría respondieron afirmativamente sobre su DAP. Se infiere que los jóvenes, en comparación con los adultos, tienen más conciencia respecto a la valoración del recurso hidráulico que se expresa en una alta DAP por el servicio, lo cual también se ve reflejado en el nivel de escolaridad. La investigación proporciona datos sobre la valoración económica y social del servicio de agua potable por parte de los hogares, y puede ser utilizada cuando se pretenda diseñar e implementar políticas públicas de mejoramiento del servicio en la ciudad de Aguascalientes.

#### **Un ejercicio de cuantificación de las clases sociales en México: 2010-2014. (CI)**

*Ana Miriam Romo Anaya, Rodrigo Negrete Prieto (miriam.romo@inegi.org.mx)*

Más allá de las mediciones de pobreza ha habido un creciente interés en México por cuantificar el tamaño de su clase media. Entre las metodologías ensayadas por investigadores y organismos internacionales es común: 1) centrarse en una sola dimensión; 2) que esta dimensión sea el ingreso monetario de los hogares y; 3) establecer cotas o umbrales por arriba o por debajo de cierta magnitud de ingresos. Esta investigación, parte de la consideración de que una clase social es un fenómeno más complejo, que va más allá de la mera magnitud del ingreso y sus fluctuaciones, y que ciertas variables de gasto pueden decir mucho sobre el comportamiento de los hogares. Por ello, decidimos realizar este estudio con 17 variables de gasto y de capital fijo que proporciona la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). En este caso, a diferencia de los otros estudios, usamos un procedimiento multivariado, con variables de gasto, y con una metodología estadística lo suficientemente flexible para detectar las estructuras subyacentes de similitud-diferencia bajo las que se agrupa el conjunto de los hogares. En esta ponencia, expondremos el método de conglomeración basado en modelos, capaz de identificar grupos de distintas formas, tamaños y densidades; así como presencia de ruido y de grupos solapados, en el que suponemos que los grupos que se pueden formar a partir de la muestra de hogares provienen de una mezcla de distribuciones, cada una con distintos parámetros que son estimados bajo la influencia bayesiana; cuya expresión sugiere que cada hogar surge de uno de los  $G$  grupos posibles: Cabe destacar que el algoritmo nos da información sobre los grupos de hogares sin prejuizar sobre sus características a priori. Los resultados obtenidos sugieren que alrededor del 42% de los hogares en México en los que vive el 39% de la población son clase media y que no necesariamente toda la clase baja del país son pobres. Sin duda, se trata un ejercicio interesante que conjunta el poder de las herramientas estadísticas para la solución de problemas sociales, aportando al debate en temas de marginación y desigualdad e incluso a la formulación de políticas públicas.

#### **Análisis multifactorial y agrupamiento de patrones de desempeño basado en la red neuronal SOM. (CI)**

*Elio Atenegenes Villaseñor García, José Luis Jiménez Andrade, Humberto Andrés Carrillo Calvet (elio.villasenor@infotec.mx)*

La Red Neuronal SOM (Self-Organizing Maps) es un modelo muy utilizado en el análisis y visualización de datos multidimensionales. En esta plática se presentan los resultados de la aplicación de modelos analíticos basados en el algoritmo SOM, para el análisis de datos que corresponden a variables de desempeño de entidades de diversa índole: estudiantes de licenciatura, instituciones de educación superior, estados de la república y países. Los distintos resultados muestran la utilidad de esta metodología de análisis para entre otras cosas: el descubrimiento de correlaciones no-triviales; la detección de agrupamientos y casos signulares; identificación de patrones de desempeño, análisis de la evolución.

**Estimación alternativa a través del ajuste de modelos a datos de muestras con diseño complejo. (CI)**

*Alfredo Bustos y de la Tijera (alfredo.bustos@inegi.org.mx)*

El Marco Nacional de Viviendas (MNV) del INEGI clasifica a las Unidades Primarias de Muestreo (UPMs) en 4 estratos nacionales. Estos se usan para diseño de muestras y para estimaciones directas. En el presente, dichas estimaciones a nivel estatal se obtienen usando sólo las observaciones de la entidad correspondiente. Cabe, sin embargo, preguntarse si para este fin se están aprovechando las ventajas de un marco así. Por ejemplo, ¿se obtendrán mayores precisiones aprovechando la información que tiene el estrato I en la entidad J sobre el mismo estrato I pero en la entidad K? Sin embargo, esta pregunta no puede ser respondida desde el enfoque tradicional en el muestreo: Estimación de proporciones usando Horvitz-Thompson (H-T). Aunque es posible aproximar precisiones, las preguntas sobre significancia no pueden ser respondidas usando intervalos de confianza individuales para cada estimador. Se ejemplifica la propuesta alternativa mediante el ajuste de modelos logísticos multinomiales a datos de la ENOE.

**Re-Identificación de personas en un entorno multi-cámara de vídeo vigilancia. (RI)**

*Daniela Alejandra Moctezuma Ochoa (dmoctezuma@centrogeo.edu.mx)*

Los sistemas de videovigilancia inteligente se han convertido en un importante tema de investigación en los últimos años debido su importancia para el sector de la seguridad. Un sistema de videovigilancia inteligente tiene como propósito ayudar en el control de la seguridad del espacio que se observa, para ello puede realizar diversas tareas como: detección e identificación de personas, análisis de la trayectoria de las personas, análisis de las escenas, entre otros. En particular, la identificación de personas es una tarea muy importante para algunas áreas de la sociedad, por lo que es una parte esencial para las necesidades en seguridad de diversas infraestructuras ya que por medio de ésta se pueden identificar personas sospechosas como terroristas o criminales. En este trabajo, se describe un método global propuesto para la re-identificación de personas. Este método tiene tres importantes pasos: detección de personas, extracción de características para la generación de un modelo de apariencia y la actualización en el tiempo de dicho modelo.

## La SMM en el Bachillerato

Coordinador: Bertha Gamboa de Buen y Pavel Iván Ponce Aguilera  
 Edificio 221, Aula Isóptica 1  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
9:00–09:30	INAUGURACIÓN			Fernando Núñez M	Homero R Gallegos	
9:30–10:00				Octavio Arizmendi E	A Martín del Campo	
10:00–10:30	RECESO					
10:30–11:00	PLENARIA					
11:00–11:30		RECESO				
11:30–12:00	TRASLADO	SESION CONIN		Martha L Avendaño	Carlos A Hernández	
12:00–12:30						
12:30–13:00						
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	
13:30–14:00						
14:00–14:30	C O M I D A					
14:30–15:00						
15:00–15:30						
15:30–16:00						
16:00–16:30						
16:30–17:00			TARDE LIBRE	Víctor Pérez García	Francisco E Castillo	
17:00–17:30				PLENARIA	PLENARIA	
17:30–18:00						
18:00–18:30						
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA				
19:00–19:30				ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:30–20:00	Traslado	Traslado				

### Las matemáticas en el mundo real.

Fernando Núñez Medina (fernando751023@gmail.com)

En su paso por los cursos de matemáticas de nivel medio superior y superior, algunos estudiantes se encuentran con interrogantes como ¿para qué sirve el álgebra?, ¿cuál es el uso de las funciones?, ¿para qué sirven la derivada y la integral? En esta charla veremos algunas aplicaciones de las matemáticas a situaciones cotidianas, las cuales ilustran su uso en la vida real. Además de lo anterior se darán algunos ejemplos de aplicaciones en distintas áreas del conocimiento.

### Gráficas, caminos y probabilidad.

Octavio Arizmendi Echegaray (octavius@cimat.mx)

En esta platica explicaremos como se combinan dos ramas de la matemática, teoría de gráficas y probabilidad. En particular explicaremos como sirven ésta herramientas para modelar redes sociales.

### Las matemáticas detrás de la tecnología. (CDV)

Martha Lorena Avendaño Garrido (maravendano@uv.mx)

Los estudiantes de bachillerato están inmersos en la era digital. Los jóvenes están completamente habituados a usar teléfonos celulares, tabletas digitales y computadoras, con estos dispositivos muchas veces realizan actividades lúdicas como: tomar fotografías, jugar videojuegos, buscar información en internet, entre muchas otras. Para que dichas actividades se puedan realizar hubo que desarrollar y estudiar Matemáticas. En esta plática se mencionaran algunos conceptos matemáticos básicos que dieron lugar a la tecnología que usamos cotidianamente.

**Tocando guitarra con matemáticas.**

*Víctor Pérez García* (victperez@uv.mx)

Se mostrará cómo pueden aplicarse las matemáticas para tocar la guitarra. Para ello, se darán nociones básicas de armonía musical y las herramientas matemáticas necesarias para abordar y resolver un problema en concreto: tocar la guitarra usando un esfuerzo mínimo en los dedos.

**¿Cómo gritar un secreto sin que los demás lo entiendan?**

*Homero Renato Gallegos Ruíz* (h.r.gallegos.ruiz@gmail.com)

En las comunicaciones modernas, la información viaja públicamente, pero uno desea que algunos mensajes sean secretos, por ejemplo: las contraseñas, los números de tarjeta de crédito, o los mensajes instantáneos del celular. Las matemáticas permiten obtener métodos muy eficientes para transmitir información secreta por medios públicos. Describiré uno de los principales métodos creado por Diffie y Hellman.

**¿Pruebas? ... ¿A qué saben?**

*Abraham Martín del Campo Sánchez* (abraham.mc@cimat.mx)

Hay pruebas de amor, pruebas de valentía, pruebas de sabor, pero también hay pruebas matemáticas. A pesar de su nombre, las pruebas matemáticas no son exámenes ni reactivos que se crean para verificar cuantas matemáticas sabes, sino soluciones a preguntas matemáticas. Uno de los ingredientes fundamentales en el quehacer matemático es el de probar teoremas, y en esta charla explicaremos que es esta actividad que mantiene adictos a los matemáticos. Iniciaremos con ejemplos gráficos, e introduciremos el concepto de inducción.

**¿Qué tiene que ver el cálculo de áreas con el cultivo de chayotes?**

*Carlos Alberto Hernández Linares* (carlhernandez@uv.mx)

Desde que la especie humana se volvió sedentaria, surgió la necesidad de cultivar para producir alimentos y con ello la necesidad de contar y medir, no solo longitudes sino también áreas. Ahora bien, averiguar el área de un terreno rectangular o triangular, como se nos plantea muchas veces en la escuela, es algo sencillo. Sin embargo, casi siempre la realidad es más complicada que eso y con frecuencia nos enfrentamos a la necesidad de calcular el área de un terreno de cultivo con forma irregular. En esta charla veremos algunos ejemplos de cómo estimar estas áreas relacionando este cálculo con algunos conceptos de matemáticas aprendidos en la escuela.

**Matemáticas en la vida diaria**

*Francisco Eduardo Castillo Santos* (paco@cimat.mx)

En esta plática expondremos como las matemáticas de nivel avanzado las podemos encontrar en situaciones cotidianas. Se expondrá maneras de resolver acertijos y juegos, utilizando matemáticas no muy comunes. El objetivo de la plática es dar a conocer de manera entretenida temas de matemáticas.

---

## Matemáticas Industriales

Coordinador: Paul Ramírez de la Cruz

Edificio 221, Aula Isóptica 3

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>				
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO				
12:00–12:30	Farisa Y Morales				
12:30–13:00					
13:00–13:30	A Villavicencio	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	José Gabriel Suárez				
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30	M Naturaleza Cossío				
17:30–18:00	Arturo Campos F		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30					
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### C3PO: Cascotes circumstelares caracterizados y planetas observados. (CI)

Farisa Y Morales (farisa.y.morales@jpl.nasa.gov)

Presentamos imágenes de banda dual tomadas con Herschel Space Observatory de ESA del ambiente alrededor de 57 estrellas maduras con polvo tibio ( $T \sim 200\text{K}$ ) caracterizado por Spitzer Space Telescope de la NASA. De los discos de escombros detectados por las ondas de Herschel (70 y/o 100 y 160  $\mu\text{m}$ ), cerca de la mitad tienen DEEs (Distribución Espectral de Energía) que sugieren arquitecturas de dos anillos, similar a la geometría de cinturones de Asteroides y Kuiper de nuestro sistema solar. El resto consisten de anillos singulares de polvo tibio tipo asteroides. Las observaciones con Herschel resuelven espacialmente el anillo exterior de polvo frío orbitando 14 estrellas tipo A y cuatro tipo solar con sistemas de doble anillos, 15 por primera vez. Los discos son típicamente observados con un radio de  $> 100\text{AU}$ , mas grandes que la expectativa basada en simples modelos de cuerpo negro. A pesar de la ausencia de líneas distintivas de hielo, encontramos que la forma de el continuum, combinado con la ubicación del polvo resuelto, ayuda a determinar la distribución de granos y ofrece información clave de la composición del polvo para cada sistema resultado. Combinando el set de datos usando Spitzer (IRS + MIPS; 5 – to – 70  $\mu\text{m}$ ) y Herschel (PACS; 70 – to – 160  $\mu\text{m}$ ), y bajo la asunción de granos esféricos, encontramos que mas de la mitad de los sistemas resueltos con polvo exterior frío, son mejor reproducidos con una mezcla de roca y hielo como composición y mas a menudo igual a las medidas esperadas por el limite impuesto dado el ambiente de radiación al que el polvo esta expuesto. Tres de cuatro discos resueltos alrededor de estrellas tipo solar sin embargo, tienden a tener granos mucho mas grandes que los esperados por los limites radiativos ( $f \sim 5$ ). Además, hemos comenzado a detectar planetas candidatos alrededor de estas estrellas, utilizando la técnica de imágenes directas, usando el sistema de Óptica Adaptiva desde uno de los telescopios mas grande del planeta tierra—Keck Observatory en Mauna Kea, Hawaii. La meta es analizar discos de escombros y sus planetas, su composición y arquitectura, para compararlos con el nuestro y mejorar nuestro conocimiento acerca de la formación y evolución de sistemas planetarios como en el que hoy vivimos.

### Técnica proporcional de Denton en la medición de la actividad industrial. (CDV)

Alejandra Villavicencio Najera (avina100782@gmail.com)

Mediante un ejercicio de desagregación temporal de las series del Indicador Mensual de la Actividad Industrial al mes de Agosto 2016 se mostraran algunos aspectos del método proporcional de Denton, el cual, a través de la optimización cuadrática lineal, permite

preservar al máximo posible los movimientos de corto plazo observados en los datos fuente bajo las restricciones que platean los datos anuales, y al mismo tiempo asegura que el promedio de los doce meses del año corriente se aproxime lo más posible a los datos anuales futuros desconocidos.

**Las matemáticas para apoyar las actividades de manufactura.**

*José Gabriel Suárez Delgado (gasudeags@gmail.com)*

Experiencias de un Ingeniero en puestos directivos de Flextronics (antes Xerox, ahora Flex, una de las empresas manufactureras más importantes en Aguascalientes y la región centro de México) sobre el uso de las matemáticas para apoyar las actividades en la industria manufacturera, en particular en los laboratorios de metrología dimensional, calibración de equipo electrónico y análisis cuantitativo de materiales.

**Aplicación de métodos estadísticos a técnicas básicas de visión computacional en la industria. (CDV)**

*Paul Ramírez De la Cruz (paul@cimat.mx)*

La visión computacional es un área de la inteligencia artificial que tiene por objetivo representar imágenes a través de métodos de cómputo, así como analizar dichas imágenes de modos que sea posible separarlas en sus distintos componentes, con el fin de obtener a partir de ellas información que permita tomar decisiones. Este análisis y toma de decisiones puede hacerse incluso en tiempo real, por lo cual no es de extrañar que la visión computacional tenga importantes aplicaciones en campos tales como la medicina, la industria y la seguridad pública, entre otros. En particular, las aplicaciones industriales de la visión computacional encuentran utilidad particular en el aseguramiento y control de calidad de los productos elaborados. En esta charla presentaremos algunos ejemplos de métodos estadísticos y su uso en técnicas básicas de visión computacional, aplicadas a la industria, como la segmentación, la mejora de imágenes y la detección de fallos.

**La analítica en la industria: los retos de la matemática.**

*María Naturaleza Cossío Vital (naturaleza.cossio@sas.com)*

La necesidad continua de innovación de las industrias y sus dificultades, como el creciente y alto volumen de información que manejan; obliga a los diversos sectores industriales a equiparse tanto de tecnología como de capacidades analíticas (el talento analítico), que permitan apoyar diversos procesos de investigación que brinden la oportunidad de reducir pérdidas futuras y anticiparse a eventos que pudieran suceder, participando así de una manera proactiva en el mercado. En el mercado altamente competitivo, la satisfacción y lealtad del cliente pueden ayudar en la obtención de una significativa ventaja sobre los competidores. Y es aquí donde se presenta el proceso de descubrir patrones en grandes volúmenes de información, esto es, la minería de datos. En esta sesión platicaremos sobre el flujo requerido para llevar a cabo un proceso de minería de datos en la industria, en el cual, es indispensable la participación interdisciplinaria y da paso a lo que hoy se conoce como científico de datos (data scientist).

**Transferencia de internet usando como medio el espectro de la luz visible.**

*Arturo Campos Fentanes (arturo.campos@si-soft.com.mx)*

El uso de la luz visible como un buen medio para envío de datos hace que México se ponga a la vanguardia con esta tecnología ya que actualmente es posible enviar por la luz visible 30 Megabits de forma síncrona significa que ya cualquier persona puede navegar usando el espectro de luz visible, a esto le agregamos que es más segura que los medios normales por qué la luz no se puede hackear y que por usar Led es ecológica y en un futuro se prevé que podría tener tasas de envío de información de 10 gigabits por segundo en una sola luminaria.

## Miscelánea Matemática

Coordinador: Ana Meda Guardiola

Martes: Edificio 221, Aula Isóptica 4  
Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Jueves: Edificio 221, Aula Isóptica 2  
Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN				Rita Zuazua
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	José Antonio de la Peña		Abimael J Bengochea	Luis A Cisneros
10:30–11:00	PLENARIA				
11:00–11:30		RECESO			
11:30–12:00	TRASLADO			Adolfo S. Valenzuela	Jorge X Velasco
12:00–12:30					
12:30–13:00					
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30			TARDE LIBRE		
17:30–18:00				PLENARIA	PLENARIA
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30				ASAMBLEA	CLAUSURA
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Viajes en el tiempo: ¿son posibles?

José Antonio de la Peña Mena (jap@cimat.mx)

¿Quién no ha pensado alguna vez en viajar por el tiempo? Una idea fascinante, mitad en el ámbito de la fantasía, mitad en el ámbito de la ciencia ficción. Entender la posibilidad o imposibilidad de los viajes en el tiempo nos ayuda a entender la esencia del espacio-tiempo. ¿Son realmente posibles los viajes en el tiempo? Y si fueran posibles, ¿por qué son más probables los viajes al futuro que al pasado? Y esos viajes ¿se parecen a los viajes de Marty McFly?

### Órbitas periódicas en el sistema Solar: Saturno, Jano y Epimeteo.

Abimael Javier Bengochea Cruz (abc@xanum.uam.mx)

La órbita de las lunas Jano y Epimeteo, satélites de Saturno, es inusual. Este tipo de órbitas fue estudiada teóricamente en 1900, utilizando el modelo restringido de tres cuerpos. Posterior a su estudio, la órbita de herradura fue observada 60 años después, en el sistema Saturniano. En esta plática damos una descripción de dicha órbita y como la hemos utilizado para plantear nuevos problemas matemáticos.

### Jugando con la simetría.

Adolfo Sánchez Valenzuela (adolfo@cimat.mx)

¿Qué tal una visita guiada, con itinerario libre (ie, sin brújula) y a vuelo de pájaro, por “el museo de la simetría”? Algunas posibles salas a visitar —y en las que se puede jugar con los objetos en exhibición— podrían ser la de la criptografía o la de la espectroscopía molecular o la de las teorías de ‘gauge’ y la geometrización de la física o la de los ‘sudokus’,... Hay muchas para escoger. Por cierto, el museo lo cierran en una hora a partir del momento de entrar,... ¿habrá que correr?

**Sobre las órbitas oscilatorias en un problema restringido de tres cuerpos. (CI)**

*Ernesto Pérez Chavela* (ernesto.perez@itam.mx)

En 1892 H. Poincaré predijo que las trayectorias en el problema restringido de tres cuerpos podían ser terriblemente complicadas. En 1930, J. Chazy dio una clasificación de las evoluciones finales en el problema general de los tres cuerpos dejando abierta una interesante pregunta relacionada con los movimientos oscilatorios. En esta charla daré un bosquejo histórico de este problema, mostrando algunos ejemplos y una generalización de este tipo de movimientos.

**Conjeturas: el tiempo vencido por la belleza.**

*Rita Zuazua* (ritazuazua@gmail.com)

Según la Real Academia Española, una conjetura es un juicio que se forma de algo por indicios u observaciones. Cuándo una conjetura en matemáticas es bonita e interesante?. En esta conferencia presentaremos una discusión sobre estos conceptos y ejemplificaremos los mismos con algunas conjeturas de teoría de las gráficas que destacan por su belleza.

**Efectos no lineales ó ¿El estudio de los no elefantes?: Dinámica de oscilaciones.**

*Luis Alberto Cisneros Ake* (cisneros@esfm.ipn.mx)

Comentamos algunas aplicaciones en las que se han llegado a paradojas por no considerar apropiadamente los efectos no lineales inherentes. En particular, discutiremos la dinámica no lineal de osciladores acoplados y platicaremos algo de propagación de ondas solitarias no lineales o solitones y cómo aproximarlos en un modelo específico.

**El misterioso proceso del nacimiento de una idea: una exploración de su generación y expansión desde una perspectiva ecológica y de modelación matemática. (CDV)**

*Jorge Xicotencatl* (jx.velasco@im.unam.mx)

Las ideas surgen en contextos personales y sociales específicos pero desde hace relativamente poco tiempo se ha iniciado la exploración de su generación y dispersión en un grupo social usando metáforas provenientes de la ecología evolutiva. Los paralelismos conceptuales entre los procesos de generación de diversidad biológica y diversidad de ideas va mas allá de la mera analogía. Presentaremos una breve perspectiva de esta área e ilustraremos como la modelación matemática es una herramienta fundamental para su estudio.

## Presentación de Libros

Coordinador: Mario Pineda Ruelas  
 Edificio 221, Aula Isóptica 2  
 Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN		Jesús Manuel Soto		
9:30–10:00			Gloria Idalia Baca		
10:00–10:30	RECESO		Antonio Rivera F		
10:30–11:00	PLENARIA		Oscar Palmas et al		
11:00–11:30			RECESO		
11:30–12:00	TRASLADO		Eduardo Gutiérrez		
12:00–12:30			ALG/CAV		
12:30–13:00					
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00			TARDE LIBRE		
17:00–17:30				PLENARIA	PLENARIA
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30			ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Cuaderno de problemas de aplicación y ejercicios de Cálculo Diferencial.

Jesús Manuel Soto Victoria (fapreca07@hotmail.com)

Material didáctico sobre Cálculo Diferencial e Introducción a la Integral, está diseñado bajo el modelo Constructivista con el enfoque basado en Competencias, para que el alumno desarrolle habilidades como la reflexión, el aprendizaje autónomo, la metacognición, el desarrollo de trabajo colaborativo y sobre todo el aprendizaje significativo, este material didáctico denominado “Cuaderno de Cálculo Diferencial” contiene ejemplos, problemas de aplicación y ejercicios. El propósito de este material es que el alumno, refuerce los conocimientos adquiridos en el aula, mediante los ejercicios y situaciones que se presentan en la vida diaria. Este material educativo está diseñado, para que el alumno aplique una de las estrategias de aprendizaje o competencia comprendida en el Sistema Nacional del Bachillerato, que se refiere a desarrollar trabajo colaborativo para que exista socialización del conocimiento, intercambio de conocimientos y tutoría de pares entre los integrantes de un equipo formado por cuatro o cinco compañeros, con la finalidad de sea exitosa la solución de los ejercicios y los problemas de aplicación que se le plantean. El material está formado por cuatro módulos que son: Funciones, Límite de la función, Derivada de la función, Introducción a la integral de la función, los cuales están estructurados con actividades de cada tema contemplado en el módulo, iniciando con los propósitos del módulo, el propósito de la actividad, un ejemplo resuelto, sugiriendo que se trabajen colaborativamente en el aula y reciba la retroalimentación necesaria por el docente.

### Introducción al análisis en $\mathbb{R}^n$ .

Gloria Idalia Baca Lobera, Jasé de Jesús Gutiérrez Ramírez (gbaca@correo.xoc.uam.mx)

En este libro se exponen en forma rigurosa los temas clásicos del análisis matemático, sucesiones, funciones, límites y continuidad, y una descripción del espacio euclidiano  $\mathbb{R}^n$ , definiendo a los subconjuntos y puntos de éstos, desde su naturaleza topológica. Este libro tiene tres objetivos: presentar los teoremas y ejercicios en la forma más detallada posible, esto es comentar en cada caso lo que se hará, el porqué y cómo; explicar en la práctica el método formal de las demostraciones matemáticas; y por último, incentivar que el estudiante desarrolle también sus ideas por medio de todos los recursos didácticos a su alcance, como son los dibujos, prácticas numéricas, las particularidades, entre otras actividades. Para lograr estos objetivos se utilizaron traducciones precisas del lenguaje matemático al español procurando que los razonamientos sean leídos a partir de una cantidad moderada de lenguaje formal, explicando el procedimiento formal de las demostraciones de forma que permita su aplicación a otras ramas de conocimiento, y finalmente mostrar el desarrollo que han tenido las matemáticas sin tratar de obviar pasos intermedios.

**Topología de  $\mathbb{R}^n$  para cálculo de varias variables.**

*Antonio Rivera Figueroa (arivera@cinvestav.mx)*

El libro está dirigido a profesores y estudiantes de los cursos de Cálculo de Varias Variables. El propósito de la obra es brindar al lector un tratamiento más amplio sobre topología de  $\mathbb{R}^n$ , que el que suele encontrarse en los libros de texto que son comúnmente recomendados en los cursos de cálculo de varias variables. El libro está estructurado en veinte lecciones, en cada una de las cuales se presentan temas específicos lo suficientemente completos, en cuanto a los requisitos de los cursos de cálculo de varias variables se refiere. La brevedad de las lecciones es con el propósito de que el lector experimente cierta satisfacción al agotar un tema cuando finaliza el estudio de la lección. La primera lección está dedicada a conceptos importantes sobre funciones, como son inyectividad, suprayectividad y biyectividad. En las lecciones 2, 3 y 4 se presenta  $\mathbb{R}^n$  primero como espacio vectorial, después como espacio normado y finalmente como espacio métrico. Es importante notar el lector encontrará algunas demostraciones un tanto diferentes a las de los libros de texto comunes, en particular se presenta una demostración de la desigualdad de Cauchy-Schwarz mucho más simple y menos artificiosa que la suelen encontrarse en los libros de texto. En la lección 5 se presentan los conceptos de bolas abiertas, bolas cerradas, esferas. La lección 6 está dedicada a los conceptos de conjuntos abierto y conjunto cerrado en  $\mathbb{R}^n$ . En la lección 7 se presentan los conceptos de punto interior y punto adherente. Aquí destacamos que los acercamientos son un tanto originales. Por ejemplo, los conceptos de conjunto abierto y conjunto cerrado se establecen en una sola definición, lo mismo ocurre con los conceptos de punto interior y punto adherente. Esto tiene como propósito establecer los principales resultados sobre cada par de estos conceptos de manera paralela con lo cual se destaca una especie de dualidad entre ellos. Este acercamiento resulta útil, pues por ejemplo, a partir de un resultado sobre el interior de un conjunto podemos rescatar su resultado correspondiente sobre la adherencia. En el libro también se desarrollan los temas de sucesiones y su convergencia en  $\mathbb{R}^n$ . La teoría desarrollada sobre sucesiones se aprovecha para establecer los resultados importantes sobre límite y continuidad de funciones. Los temas de compacidad y conexidad también se presentan de manera amplia, aquí se incluye el teorema de Heine-Borel y por supuesto las propiedades importantes de las funciones continuas sobre este tipo de conjuntos. Se trata pues, de una obra que cubre de manera suficiente los requisitos de los cursos de cálculo de varias variables.

**Una mirada al cálculo a través de las sucesiones.**

*Oscar Palmas, Luis Briseño, Julieta Verdugo (oscar.palmas@ciencias.unam.mx)*

¿Cómo iniciar un curso de Cálculo? Esta pregunta ha recibido muchas respuestas y en este libro buscamos plasmar la nuestra. Basada en nuestras vivencias, esta obra trata de enfatizar aspectos centrales de la actividad matemática como la reflexión, la discusión y el cuestionamiento.

**Un enfoque intermedio entre la práctica y teoría de la probabilidad y estadística.**

*Eduardo Gutiérrez González, Olga Vladimirovna Panteleeva (guge610926@yahoo.com.mx)*

En la obra escrita se muestra un enfoque intermedio entre la teoría y las aplicaciones de la probabilidad y la estadística. Una aportación muy importante que se hace desde el inicio de la obra, se refiere a la introducción del Cálculo al estudio de las probabilidades, de tal forma que un ingeniero pueda comprender, sin mayor dificultad, la esencia de lo que es una variable aleatoria, como aplicar las transformaciones, convolución, y demás conceptos de cálculo en el desarrollo de las probabilidades. En la parte estadística se da un panorama amplio de la potencia que tiene la estadística descriptiva, en un análisis de datos. Se trabaja con conceptos teóricos no muy comunes y se muestran aplicaciones, de tal forma que un alumno de ingeniería pueda entender conceptos estadísticos importantes como la potencia de una prueba, qué es una prueba UMP, UPMI, un modelo parsimonioso, entre muchos otros conceptos más.

**Manual de actividades didácticas para la enseñanza de matemáticas usando tabletas electrónicas.**

*Ana Laura Gallegos, Téllez Rojo (analaura.gallegos@dgenp.unam.mx)*

La obra es uno de los productos del proyecto PB100714 de la Iniciativa para el Fomento de la Carrera Académica en el Bachillerato (INFOCAB) de la UNAM "Matemáticas y su relación con otras áreas del conocimiento con el uso de TIC". Entre las actividades de este proyecto se impartió un curso para profesores acerca del manejo básico de las tabletas y las posibilidades que ofrecen como recursos tecnológicos al servicio de la educación en el bachillerato. La publicación reúne diez actividades diseñadas por los participantes, en las que se retoma lo aprendido y discutido en el curso, teniendo como criterios básicos para su diseño: 1) involucrar problemas situados (con un contexto real) y/o 2) aprovechar las posibilidades de visualización y cálculo, así como el manejo amigable que ofrecen las aplicaciones para tabletas. Se trata de una colección de actividades que aborda temas variados de los programas de Matemáticas de 4o, 5o y 6o grado de la Escuela Nacional Preparatoria. Se realizó una edición limitada en papel, que se entregó a los profesores del Colegio de Matemáticas de la propia institución, y se encuentra disponible en línea en el portal electrónico del Plantel 8 "Miguel E. Schulz" (<http://prepa8.unam.mx/academia/proyectos/PB100714/#/4/>), entidad sede del proyecto y centro de trabajo de los autores. La variedad de temas y estilos plasmados en las propuestas didácticas es resultado del estilo docente y la formación académica de cada uno de los autores, provenientes de carreras como Matemáticas, Actuaría, Física o Ingeniería, y todos con estudios de maestría en educación o matemática educativa. Los títulos de las actividades ofrecen un panorama del contenido:

“Hola, ¿escuchas?”; “Resolución de ecuaciones e inecuaciones de segundo grado”; “Transformaciones de la función trigonométrica  $y = \sin(x)$ ”; “Biorritmos”; “Análisis de funciones exponenciales”; “Las parábolas de los Angry Birds”; “Agua que sube, sube y sube”; “Medidas de tendencia central y medidas de variabilidad”; “Matrices y determinantes”.

#### **Uso de las tabletas en el aprendizaje de las Matemáticas.**

*Cristina Alvarado Valencia* (pequeio@yahoo.com.mx)

Este material es el resultado de un proceso colaborativo académico en el que participaron once profesores del Plantel No. 8 “Miguel E. Schulz” de la ENP de la UNAM en el marco del Proyecto INFOCAB PB100714 “Matemáticas y su relación con otras áreas del conocimiento con el uso de TIC”. En el manual de actividades didácticas para la enseñanza de matemáticas se presentan nueve secuencias en las que se implementa el uso de tabletas electrónicas (iPad) en el aula. Se pretende apoyar el aprendizaje de algunos conceptos establecidos en los programas de estudio de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM, relacionados con las asignaturas de matemáticas. Las secuencias fueron sometidas a una revisión entre pares con el propósito de evaluar su pertinencia. Además, algunas de éstas se implementaron con grupos piloto obteniéndose resultados satisfactorios. Sin embargo consideramos que son actividades flexibles que deberán adaptarse a las necesidades y recursos de cada grupo en que se apliquen.

## Profesionistas Matemáticos en la Industria Mexicana

Coordinador: Giovanna Ortigoza Alvarez

Edificio 221, Aula Isóptica 1

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>		Mario Sánchez A		
9:30–10:00			Miguel Mata Pérez		
10:00–10:30			RECESO		
10:30–11:00			<b>PLENARIA</b>		
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO		Joyce Dennis Vega		
12:00–12:30			Verónica J Soria		
12:30–13:00			Adán Herrera Hidalgo		
13:00–13:30		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>COMIDA</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30			<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

**Cuando la ética se interseca con las aplicaciones matemáticas: reflexiones y experiencias de un educador matemático.** (CDV)  
*Mario Sánchez Aguilar (mosanchez@ipn.mx)*

En esta plática un matemático especializado en investigación educativa compartirá sus reflexiones sobre las conexiones entre los valores éticos y la aplicación de las matemáticas en la sociedad en general, y en la iniciativa privada en particular. Las reflexiones estarán ilustradas con ejemplos tomados del contexto mexicano que muestran cómo se puede usar (y abusar) de las matemáticas cuando se aplican en contextos y decisiones socialmente relevantes.

**Modelación matemática en la cadena de suministro: optimización de costos logísticos.** (CDV)  
*Miguel Mata Pérez (miguel.matapr@uanl.edu.mx)*

En la actualidad la competitividad de las empresas depende en gran medida de poder hacer sus procesos más eficientes y económicos. En esta charla se presentan dos modelos matemáticos para optimizar los procesos logísticos de dos empresas reales: una nacional y una internacional. Se describe la problemática, el modelo desarrollado y los beneficios obtenidos, en cada caso. También se presentan algunas conclusiones y lecciones aprendidas de un matemático durante el proceso de colaboración con las empresas.

**¿En realidad la matemática puede ser aplicada?** (CDV)  
*Ana Elsa Hinojosa Herrera (anaelsah@yahoo.com)*

¿Cuántos matemáticos se enrolaron en esta profesión por amor a la ciencia?, ¿O habrá sido por la satisfacción que se siente al resolver problemas, demostrar teoremas, encontrar contraejemplos...? No está en duda su belleza, tanta que algunos se atreven a catalogarla como arte. Sin embargo, es frecuentemente cuestionada la utilidad y aplicación de las matemáticas. Por lo que deseo compartirles la grata experiencia que he tenido en el mundo industrial, aplicando herramientas matemáticas a Panqués, Fibra de Vidrio, Electrodomésticos y Motores de Aviación. Viajaremos a esta nueva era del “Industrial Internet”, “Big Data”, “Analytics”, “Data Scientifics”, “Machine learning”... en otras palabras, aplicaciones de las matemáticas, que están revolucionando la actualidad. El arte, la ciencia y la industria tienen mucho en común: Las matemáticas.

**Técnicas heurísticas en la administración de combustible nuclear.** (CI)

*José Alejandro Castillo Méndez, Juan José Ortiz Servín, José Luis Montes Tadeo, Raúl Perusquia del Cueto (alejandro.castillo@inin.gob.mx)*

Se presentan los resultados obtenidos con el sistema de cómputo diseñado para resolver 4 de los problemas de la administración de combustible nuclear en forma acoplada. Estos problemas son, los diseños radial y axial del combustible, así como los diseños de recargas de combustible y su correspondiente patrón de barras de control. Es importante mencionar que el sistema fue proyectado con programación en paralelo para acelerar el proceso de optimización, el cual consume una gran cantidad de recursos computacionales para obtener una solución completa. El sistema en cuestión incluye tanto los programas diseñados por el grupo de administración de combustible nuclear del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en los años recientes, para resolver cada una de las 4 etapas de la administración de combustible, como un par de programas que se agregaron durante el desarrollo de la presente investigación. Cada uno de los programas tiene implementado una técnica heurística que optimiza la etapa de diseño correspondiente, en ese sentido, cada programa tiene implementada una función objetivo, aunque el problema completo se resolvió como un problema multi-objetivo. Las técnicas empleadas son las Colonias de Hormigas, las Redes Neuronales, la Búsqueda Tabú, la Búsqueda Dispersa y el Reencadenamiento de Trayectorias. Para la construcción del sistema fue necesario modificar los programas previamente diseñados, para que hubiera retroalimentación de información entre ellos, de tal manera que el problema se resolviera en forma acoplada y además que funcionara con cálculos en paralelo. A cada uno de los programas empleados para el acoplamiento se le añadieron nuevas estrategias de solución, además de las que cada uno tenía originalmente, lográndose un sistema completo de mayor alcance. Para probar el sistema diseñado se tomó en cuenta información similar a la de la planta nuclear de Laguna Verde, para tener datos de referencia. Los resultados mostraron la ventaja de resolver las 4 etapas en forma acoplada.

**¿Por qué un matemático en la Banca?** (CDV)

*Joyce Dennis Vega Madrid (joyce89vega4@hotmail.com)*

En mi experiencia, la primera vez que se entrevista a un matemático puro en un sistema financiero es de las preguntas obligadas que hace el entrevistador, la idea de un matemático investigador y docente que goza del lenguaje complejo y de conocimientos poco aterrizados es lo habitual; pero el entender a un matemático como un profesional aficionado a la resolución de problemas con una estructura de pensamiento orientada a resultados sería lo más acertado para cualquier campo. En esta plática quisiera compartir un poco de lo que significa para mí la oportunidad de enfrentarme a problemas de todo tipo que corresponden o no a mi campo de estudio, pero que la carrera me ha permitido pensar y resolver de manera diferente, a mi parecer ¿qué tan distinto es hablar de la evaluación de riesgos o de la administración de una sucursal en relación a entender como es la lógica básica o la demostración de la infinitud de los números naturales?

**¿Cómo circulan las matemáticas en el transporte carretero?** (CDV)

*Verónica Josefina Soría Anguiano (vjsoria@imt.mx)*

Aplicación en Seguridad Vial: incidencia de factores en los accidentes viales De acuerdo con el Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial de la Organización Mundial de la Salud 2013, cada año mueren alrededor de 1.24 millones de personas en las vialidades del mundo y entre 20 y 50 millones resultan con lesiones no fatales a consecuencia de los eventos de tránsito. En México la situación de la seguridad vial no es ajena a esta realidad, pues de acuerdo con el Perfil Nacional México 2013 del Observatorio Nacional de Lesiones del STCONAPRA, en ese año se registraron 406 508 accidentes viales, de los cuales 22 036 correspondieron a carreteras federales y 384 472 a zonas urbanas y suburbanas. El número de lesionados fue de 142 626 (77,7% heridos leves y 22,3% heridos graves), mientras que el número de muertes por esta causa fue de 15 856. Ante esta situación, en mayo de 2011 tanto la Secretaría de Salud como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes firmaron a través de sus respectivos Titulares, la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011–2020, la cual estableció como objetivo general “reducir en un 50% las muertes, así como reducir al máximo posible las lesiones y discapacidades por accidentes de tránsito en el territorio Mexicano, promoviendo la participación de las autoridades de los tres niveles de gobierno, atendiendo a su ámbito de competencia y facultades, en la implementación de cinco acciones concretas...”. Por otra parte, la literatura internacional establece que las “causas” de un accidente están en función de los factores que intervienen en el mismo, por lo que se recomienda contemplar en la investigación de los accidentes al menos los siguientes tres factores: el humano (circunstancias psico-físicas del hombre); el vehículo; y la vía (infraestructura y entorno). En lo que respecta al factor vehículo, éste debe considerar entre otros elementos las condiciones físico-mecánicas del vehículo y la tecnología disponible. Por lo tanto, un grupo de investigadores del Instituto Mexicano del Transporte, se plantea el objetivo de estudiar cómo influye el factor vehículo en la ocurrencia de accidentes viales así como en la investigación y reconstrucción de los mismos, tratando de establecer una correlación entre el aumento de ciertas configuraciones vehiculares (T3-S2-R4) y su interacción en la Red Carretera Federal (RCF) con otro tipo de vehículos, derivada de la observación de algunos ejemplos concretos que se han venido presentando en algunas carreteras, las cuales debido a sus características y flujos vehiculares resultan ser más susceptibles a la ocurrencia de accidentes. Asimismo, se pretende que a través de un análisis estadístico oportuno, se tomen en consideración algunas medidas de prevención para disminuir los accidentes viales en la RCF y aportar elementos suficientes para la investigación y reconstrucción de éstos.

**Matemáticas, cámara y acción: entendiendo la dinámica del cine mexicano. (CI)**

*Adan Herrera Hidalgo, Silvia Pina-Romero, Rafael López, Adan Herrera, Sergio Hernández (slvpina@gmail.com)*

"Nadie puede decirte cómo le va a ir a una película en el mercado. No hasta que la película se exhiba en un cine oscuro y las chispas vuelen entre la pantalla y la audiencia". Jack Valenti, presidente de la Asociación Cinematográfica de Estados Unidos (Motion Picture Association of America). La producción y distribución de una película, como producto comercial, es un negocio de alto riesgo donde muy frecuentemente hay pérdidas monetarias. En esta plática hablaremos sobre cómo abordamos el problema de la predicción de la taquilla, o box office, empleando herramientas provenientes de diferentes campos de las matemáticas y la ciencia en general, principalmente las desarrolladas a partir del nuevo paradigma tecnológico (aprendizaje computacional, minería de datos, etc). Una de las preguntas centrales a la que nos enfrentamos es cómo asignar una medida a las características, que, en el contexto del cine, se consideran esencialmente subjetivas. Una vez obtenidas, éstas medidas son empleadas en la clasificación, y finalmente en la predicción de la taquilla. Asimismo, comentaremos sobre nuestra experiencia transitando de la academia a la industria.

---

## Jaime Cruz Sampedro “Sam” : Huella diáfana de un matemático

Coordinador: Lino F Reséndis Ocampo

Edificio 221, Aula Isóptica 1

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN	Stephen Bruce Sontz			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Carlos Villegas Blas			
10:30–11:00	PLENARIA				
11:00–11:30		RECESO			
11:30–12:00	TRASLADO	Jorge A Esquivel			
12:00–12:30	Margarita Tetlalmatzi	Alfonso Castro			
12:30–13:00					
13:00–13:30	Jorge Cossio	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	C O M I D A				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30	Reyla Areli Navarro				
17:30–18:00	Roberto Quezada B	Luz de Teresa	PLENARIA	PLENARIA	
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30			ASAMBLEA	CLAUSURA	
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Reducción de Hardy para cierta clase de funciones elementales. (CDV)

Margarita Tetlalmatzi Montiel (tmontiel@uaeh.edu.mx)

El problema de decidir si la integral de una función elemental es también una función elemental ha sido estudiado desde los tiempos de Newton y Leibniz. En esta charla nos enfocamos a integrales de la forma  $\int f(x)e^{g(x)} dx$ , en donde  $f$  y  $g$  son funciones racionales con  $g$  no constante, que llamaremos integrales de Liouville. Usamos un teorema clásico de Liouville para demostrar que si  $a$  es un número complejo y  $r, s$  son racionales tales que  $sa \neq 0$ , entonces  $\int x^r e^{ax^s} dx$  es una función elemental si y solo si  $(r+1)/s$  es un entero positivo. Proporcionamos un algoritmo que descompone a las integrales de Liouville en su mínima componente trascendental y su máxima componente elemental. Esta descomposición cumple con las condiciones de la teoría de reducción de Hardy, determina si la integral es una función elemental y en caso afirmativo la encuentra. Si bien en la literatura existen algoritmos completos que deciden si la integral de una función elemental es otra función elemental, para la clase de integrales de Liouville, nuestro algoritmo es una alternativa muy accesible.

### Existencia y multiplicidad de soluciones para problemas elípticos cuasilineales. (CI)

Jorge Cossio, Sigifredo Herrón, Carlos Vélez (jcossio@unal.edu.co)

Resumen en el PDF: [http://www.smm.org.mx/user\\_files/ponencias2016/843\\_JorgeCossioResumenCongresoSMM2016.pdf](http://www.smm.org.mx/user_files/ponencias2016/843_JorgeCossioResumenCongresoSMM2016.pdf)

### Jaime Cruz Sampedro “Sam”: Huella diáfana de un matemático. (CDV)

Lino Feliciano Lino Feliciano (lfro@correo.azc.uam.mx)

En esta charla describiremos algunos aspectos de la vida del Dr. Jaime Cruz Sampedro, estudiante, maestro, colega y amigo de no pocos miembros de nuestra comunidad matemática. Su paso firme y la lealtad a sus convicciones lo distinguieron siempre entre quienes tuvimos la fortuna de conocerle. La profundidad de su análisis y crítica han dejado sin duda huella en no pocos alumnos, amigos y colegas. Sirva esta charla como punto de encuentro para compartir un poco su trayectoria como matemático y como persona y recordar siempre que el presente es un don que él siempre vivió y compartió lo mejor que pudo.

**El legado de Sam en la UDLAP.***Reyla Areli Navarro Cruz (reylaa.navarro@udlap.mx)*

Presentamos la vivencias de algunos ex-alumnos de matemáticas y el apoyo que tuvimos de Sam para superarnos, como amigo personal, algunas fotos de su paso por la UDLAP, y cómo cambió la vida de muchos de nosotros, en lo personal y académico.

**Creación, aniquilación y preservación: tres procesos fundamentales de la naturaleza. (CI)***Roberto Quezada Batalla (roqb@xanum.uam.mx)*

Después de una brevísima introducción a la mecánica cuántica, discutiremos cómo los tres procesos simples mencionados en el título permiten describir la evolución de sistemas cuánticos que interactúan con su entorno. Discutiremos la estructura de los estados estacionarios de equilibrio y, si el tiempo lo permite, ilustraremos la aparición de estructuras complejas fuera de equilibrio.

**Cuantización de Toeplitz de un grupo cuantico. (CI)***Stephen Bruce Sontz (sontz@cimat.mx)*

Usando métodos de otras investigaciones recientes, se puede definir una nueva cuantización de Toeplitz de un grupo cuantico, a saber  $SU_q(2)$ . El resultado puede ser generalizado a otros grupos cuanticos con conjugación.

**Análisis semiclásico del hidrógeno en un campo magnético constante. Cúmulos y sub-cúmulos de autovalores. (CI)***Carlos Villegas Blas, Misael Avendaño Camacho, Peter D. Hislop (villegas@matcuer.unam.mx)*

Se estudiará el espectro de autovalores del operador de Schrödinger correspondiente al átomo de hidrógeno inmerso en un campo magnético constante (efecto Zeeman) para el caso cuando la intensidad del campo es muy pequeña. Se estudiará la distribución de autovalores tanto en cúmulos como en sub-cúmulos en el límite semiclásico cuando el parámetro de Planck tiende a cero. El resultado involucra promedios de las perturbaciones respectivas a lo largo de las órbitas clásicas del problema de Kepler para energía constante y adicionalmente momento angular constante en el segundo caso. Aspectos tanto de análisis funcional como geométricos serán comentados.

**Principio de Invariabilidad de LaSalle y el Método Directo de Liapunov. (CI)***Jorge Alfredo Esquivel Avila (jaea72@gmail.com)*

Esta es la segunda parte de la charla que comencé durante el evento que se realizó en memoria de otro amigo recientemente fallecido, Alfredo Nicolás Carrizosa, y que organizó Jaime Cruz Sampedro. En la primera parte discutí los teoremas de estabilidad del título de la plática y consideré algunas ecuaciones diferenciales ordinarias para ejemplificarlos. Además, señalé que en la inmensa mayoría de textos sobre el tema la exposición del teorema de LaSalle es muy pobre y no se explotan las distintas posibilidades de aplicación que tiene. Ahora hablaré de la situación al pasar a espacios de dimensión infinita. En particular, consideraré una ecuación de onda no lineal.

**Disparando de singularidad a singularidad y una ecuación semilineal de tipo Laplace-Beltrami. (CI)***Alfonso Castro, Ivan Ventrua (castro@g.hmc.edu)*

Estudiamos la existencia de soluciones rotacionalmente simétricas a una ecuación semilineal en una superficie de revolución. Se convierte la ecuación en una ecuación diferencial ordinaria en un intervalo que es singular en ambos extremos requiriendo el análisis del método del disparo de singularidad a singularidad. El uso de identidades de Pohozaev permite demostrar la existencia de infinitas soluciones cuando el término no lineal es superlineal y subcrítico.

**Desde operadores no acotados hasta la divulgación: la influencia de Sam.***Rubén Alejandro Martínez Avendaño (rubeno71@gmail.com)*

En esta charla, daré un recuento personal sobre la influencia que Jaime Cruz Sampedro tuvo en mi desarrollo profesional, empezando por un trabajo conjunto con Sam sobre operadores de Schrödinger, pasando por mi trabajo actual sobre problemas de operadores acotados. También mencionaré los trabajos de divulgación de Sam, los cuales han tenido una fuerte influencia sobre la manera en que veo las matemáticas y como trato de inculcarlas a los estudiantes. **Controlabilidad de ecuaciones de Schrödinger acopladas. (CI)**

*Luz de Teresa de Oteyza, Alberto Maercado, Marcos López-García (deteresal@gmail.com)*

En esta conferencia presentaremos un resultado de control para dos ecuaciones de Schrödinger acopladas. Introduciremos el concepto de control que nos interesa para ecuaciones diferenciales parciales en general y demostraremos que con dos ecuaciones de Schrödinger acopladas es posible controlar el sistema actuando sólo en una de las ecuaciones.

## Taller Mixto de Género y Matemáticas

Coordinador: Martha Gabriela Araujo Pardo

Edificio 221, Aula Isóptica 3

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	INAUGURACIÓN		Sara Montiel		
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	PLENARIA				
11:00–11:30	RECESO				
11:30–12:00	TRASLADO		Sara Montiel		
12:00–12:30			Sara Montiel		
12:30–13:00					
13:00–13:30		PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA	PLENARIA
13:30–14:00					
14:00–14:30	COMIDA				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00			TARDE LIBRE		
17:00–17:30				PLENARIA	PLENARIA
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00	PLENARIA	PLENARIA			
19:00–19:30				ASAMBLEA	CLAUSURA
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### Taller Mixto de Genero y Matematicas.

Sara Montiel Arias (sara\_montiel@pueg.unam.mx)

SIN RESUMEN

## Docencia

Coordinador: Ana lilia Rodríguez Medina  
Salón 1: Edificio 204  
Laboratorio de Ingeniería Industrial

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Miguel A Márquez	Miguel A Márquez	Margarita Álvarez T	Flaviano Jiménez
9:30–10:00					
10:00–10:30					
10:30–11:00	<b>RECESO</b>				
11:00–11:30	<b>PLENARIA</b>				
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	<b>RECESO</b>			
12:00–12:30	Mariana Carnalla	Zeidy M Barraza	Zeidy M Barraza	Margarita Álvarez T	Blanca M Parra
12:30–13:00					
13:00–13:30		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>COMIDA</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	José Paul Carrasco	Jessica M Donnadieu	<b>TARDE LIBRE</b>	Jessica M Donnadieu	Jessica M Donnadieu
17:00–17:30					
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
19:00–19:30				<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### (Taller) Un ejemplo de taller de popularización de las matemáticas.

Mariana Carnalla Cortés, Marco Antonio Figueroa Ibarra (mariana@cimat.mx)

Dentro de este taller se busca enseñar algunas actividades de divulgación de las matemáticas para ver la parte bonita de la cual los matemáticos nos enamoramos. El ejemplo será el taller "Anatomía de un poliedro", donde exploraremos dos recursos para enseñar conceptos como vértice, arista, polígono, polígono regular, cara, poliedro, poliedro regular. Vamos a construir y analizar las propiedades de diferentes figuras y cuerpos. Esta dirigido principalmente a docentes de primaria, pero son actividades que se pueden hacer con todo tipo de público.

### (Taller) Las estrategias de resolución de problemas algebraicos en el bachillerato (Docentes de Preparatoria).

José Paúl Carrasco Escobar (valedor60s@gmail.com)

Oficialmente, la resolución de problemas es una de las competencias, actividades o desempeños a conseguir en los cursos de Matemática hoy en día. Diferentes motivos avalan estas metas académicas. Carrillo (1998) los sintetiza en diez aspectos, de entre los cuales cabe destacar, por un lado, la utilidad de la enseñanza de la resolución de problemas para la vida cotidiana de los alumnos y, por otro lado, el incremento en la significatividad del aprendizaje de contenidos matemáticos, tanto de tipo conceptual, como procedimental y actitudinal. Como docentes de Matemática, se sabe que conseguir dichas metas no es una tarea simple, dado que resolver un problema es un proceso complejo en el cual intervienen un gran número de variables. En este taller se incluye la reflexión, discusión, justificación y práctica de la inclusión explícita de secuencias didácticas por parte de los docentes para mejorar el aprendizaje de estrategias de resolución de problemas matemáticos en general, y algebraicos en lo particular, de los estudiantes de bachillerato. El diseño propuesto de la secuencia didáctica se basa en cuatro principios: i) el contexto de las actividades y problemas a resolver en las prácticas cotidianas en los estudiantes; ii) utilización de los métodos de enseñanza que muestren procesos de resolución de problemas; iii) el diseño de materiales didácticos con el fin de orientar las estrategias selección y organización de datos, métodos, entre otras; y iv) facilitar el aprendizaje cooperativo de las estrategias de resolución de problemas. Con base en resultados de investigación (Pifarré y Fanuy, 2001), estos son elementos que tendrían que estar presentes en el diseño de propuestas de enseñanza-aprendizaje que tengan como objetivo mejorar el proceso y las estrategias para resolver problemas matemáticos de los estudiantes.

**Creatividad en la enseñanza de la matemática de bachillerato. Caso usando GeoGebra.**

Miguel Angel Márquez (amarquez@correo.uaa.mx)

Este es un breve taller acerca de la importancia de la creatividad como recurso ineludible para entender algunos aspectos de la enseñanza de la matemática de bachillerato en relación a su aprendizaje. Se parte de la naturaleza del software matemático en general y del uso del software matemático GeoGebra en particular, y se focaliza en la necesaria creación de situaciones matemáticas problemáticas por parte del docente, apoyadas por ese software, que debe anteceder a su uso por parte de los estudiantes a fin de lograr unos objetivos de aprendizaje. El aspecto creativo es lo que da entidad al taller, pero por necesidad, se corresponde con aspectos de teorías de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas. En suma, software, su naturaleza, la creatividad e hipótesis sobre la enseñanza y el aprendizaje matizan el evento.

**(Taller) Identificación y atención del talento matemático.**

Zeidy Margarita Barraza García ( )

SIN RESUMEN

**(Taller) Planeación didáctica argumentada (docentes de educación básica).**

Margarita Álvarez Tapia, Grupo académico del SINADEP-SNTE Sección I (Aguascalientes). (margarita.alvarez@iea.edu.mx)

Es una de las etapas de la evaluación del desempeño docente establecida por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). La ley del Servicio Profesional Docente establece en su modelo de Evaluación, en la segunda etapa denominada "Proyecto de Enseñanza", dos aspectos: el expediente de evidencias de enseñanza y la Planeación Didáctica Argumentada, esta consiste en la elaboración e implementación de una planeación de una secuencia didáctica (3 a 5 clases) que determinen un aprendizaje esperado estipulado en el Programa de una asignatura, tomando en cuenta las necesidades del grupo, condiciones de la escuela e incorpore elementos del contexto sociocultural en el cual está ubicada dicha escuela. Esta secuencia didáctica toma en cuenta los estilos de aprendizaje de los alumnos, sus conocimientos previos y y debe tener actividades que determinen los tres momentos de una sesión de clase: INICIO-DESARROLLO Y CIERRE, estipulando tiempos. Las actividades deben llevar al alumno a lograr el aprendizaje esperado, por lo tanto deben ser actividades que permitan desarrollar los procesos cognitivos de los alumnos y determinar los momentos de intervención pedagógica del docente. De las actividades de desarrollo y cierre debe elaborarse un producto parcial y/o final que permita al alumno manifestar el aprendizaje esperado y al docente identificarlo y evaluar dicho producto con un instrumento determinado (rúbricas, listas de cotejo, observaciones... etc.). Este taller tiene el propósito de orientar y asesorar a los docentes para que incorporen todos los elementos que requiere la planeación didáctica argumentada.

**(Taller) Probabilidad con aprendizaje colaborativo. (Docentes de Secundaria).**

Jessica Marcela Donnadieu Blanco ( )

SIN RESUMEN

**Portafolio de evidencias. (Docentes de Secundaria).**

Flaviano Jiménez Jiménez ( )

SIN RESUMEN

**Antecedentes y consecuentes de la factorización de expresiones algebraicas.**

Blanca Margarita Parra Mosqueda (bparramosqueda@gmail.com)

En experiencias con alumnos de bachillerato se detectan problemas que ellos encuentran cuando se trata de factorizar expresiones polinomiales o racionales. Los ejercicios que se les asignan pueden tener como finalidad:

- La determinación de raíces enteras y/o racionales de un polinomio
- La simplificación de una fracción algebraica o una suma de fracciones algebraicas Los problemas y dificultades que los estudiantes encuentran pueden resultar de:
- El desconocimiento de reglas más o menos universales que les permitan llevar a cabo ese trabajo, en lugar de aprender cada una de las reglas y casos que suelen presentarse en un libro de texto comercial;
- La confusión que surge cuando la expresión a factorizar contiene dos literales
- La falta de antecedentes explícitos que les permitan recuperar estrategias en la operación con expresiones polinomiales y racionales.

En este curso/taller hay dos propósitos principales: 1) Responder a la pregunta de por qué es necesario aprender a factorizar expresiones polinomiales y aplicar ese aprendizaje para resolver los ejercicios que se les asignan 2) Proporcionar elementos que permitan al profesor y al alumno recuperar las principales ideas y estrategias involucradas en la factorización de expresiones polinomiales tomando en cuenta la estructura del anillo de polinomios y su isomorfismo con el anillo de enteros. De paso, vislumbrar estrategias de factorización y de control del proceso, por el mismo alumno, que permitan aligerar la carga de memorización que suele requerir un curso tradicional de álgebra intermedia.

---

## Docencia

Coordinador: Ana lilia Rodríguez Medina

Salón 2: Edificio 202

Sala Empresarial

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Elías Loyola C	Mariana Carnalla C	Noé Hernández G	Noé Hernández G
9:30–10:00					
10:00–10:30	<b>RECESO</b>				
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>				
12:00–12:30	Elías Loyola C	Elías Loyola C	Mariana Carnalla C	Noé Hernández G	Noé Hernández G
12:30–13:00					
13:00–13:30		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	Sandra Lilia Castillo	Sandra Lilia Castillo	<b>TARDE LIBRE</b>	Sandra Lilia Castillo	Sandra Lilia Castillo
17:00–17:30				<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:00–19:30					
19:30–20:00	Traslado	Traslado			

### (Taller) Aplicación de problemas matemáticos a la vida cotidiana.

*Elías Loyola Campos* (elias\_loyola@hotmail.com)

Primero habrá una exposición sobre lo que son los problemas matemáticos en la vida real y lo que se utiliza para darles solución, y por otra parte lo utilizamos los docentes para acercar a nuestros alumnos a los problemas matemáticos de la vida cotidiana. Después, mediante un taller se propondrá una selección de problemas diversos donde los talleristas habrán de resolverlos y enriquecerlos con sus experiencias docentes.

### (Taller) Una nueva propuesta para la enseñanza de Áreas: Uso de material concreto para la enseñanza de áreas, actividades retadoras y solución de problemas (profesores de Primaria Mayor).

*Sandra Lilia Castillo Flores* (sandra.castillo@itesm.mx)

El taller está diseñado para aprender a diseñar actividades orientadas a que los alumnos comprendan el concepto de áreas y deduzcan las fórmulas de las figuras geométricas que se estudian en primaria, el material empleado en las actividades es de muy bajo costo y permite construir el conocimiento. En la segunda parte del taller se resolverán problemas de áreas orientados al desarrollo de competencias por lo que su estructura permite el uso de diferentes enfoques.

### (Taller) Taller de resolución de problemas y acertijos matemáticos (Docentes de Primaria).

*Mariana Carnalla Cortés, Marco Antonio Figueroa Ibarra* (mariana@cimat.mx)

En este taller queremos plantearnos e intentar respondernos las preguntas: ¿qué son las matemáticas? ¿cuándo y cómo se hacen matemáticas? ¿quienes pueden hacer matemáticas? ¿para qué nos sirven las matemáticas? A través de problemas y acertijos, nos iremos respondiendo estas preguntas a la vez que introducimos términos de álgebra y geometría. De igual forma, se espera que el participante refuerce su pensamiento espacial y lógico. Esta dirigido a docentes de primaria que busquen una manera diferente de ver, enseñar y hacer matemáticas dentro y fuera de su salón de clases.

**(Taller) La planeación argumentada y sus adecuaciones curriculares en el marco de la inclusión educativa.**

Noé Hernández Guajardo (noehernandez26@hotmail.com)

La preocupación por parte de los diversos actores de la sociedad en relación a la inclusión en América Latina, surge como consecuencia de los altos niveles de exclusión y desigualdades educativas que persisten en la gran mayoría de los sistemas educativos, a pesar de los significativos esfuerzos que han invertido para incrementar la calidad y equidad de la educación, objetivo principal de las reformas educativas de cada región. (Sarrionandia 2008). La inclusión es un proceso sistemático es decir se debe considerar como una búsqueda interminable de formas más adecuadas de responder a la diversidad. Se trata de aprender a convivir con la diferencia y de aprender a aprender de la diferencia (Condino, 2010). La inclusión se centra en la identificación y eliminación de barreras para el aprendizaje y la participación, supone la recopilación y evaluación de información de fuentes muy diversas con el objeto de planificar mejoras en políticas y prácticas inclusivas. Se trata de utilizar la información adquirida para estimular la creatividad y la resolución de problemas. Bajo el enfoque de la inclusión educativa se debe considerar a la planeación didáctica argumentada y sus adecuaciones curriculares como la respuesta educativa a las diversas barreras para el aprendizaje y la participación que presentan los alumnos y alumnas en educación básica y media superior. La planificación argumentada en el marco de la inclusión educativa debe ser vista como un elemento sustantivo de la práctica docente que responda a las necesidades educativas, que favorezca el aprender aprender de los estudiantes. Implica organizar actividades contextualizadas de aprendizaje a partir de nuevas formas de trabajo, como situaciones y secuencias didácticas. Bajo la planeación didáctica argumentada toda actividad debe representar desafíos intelectuales para con los estudiantes con el fin de que formulen alternativas de solución (Ley general del servicio profesional docentes 2015). La inclusión deberá alterar la Educación en general, Barton (1997 Citado en Programa Escuelas de Calidad 2010) ya que la educación inclusiva no es simplemente emplazar a los alumnos que presentan barreras para el aprendizaje y la participación en el aula con sus compañeros: no es mantener a los alumnos en un sistema que permanece inalterado. La educación inclusiva tiene que ver con el cómo, dónde y por, qué y con qué consecuencias, educativas a todos los alumnos. La inclusión representa un cambio de pensamiento trascendental en el campo de la educación internacional, toda vez que se deberá de abandonar la idea de integración y el concepto de necesidades educativas especiales, para avanzar hacia la inclusión y el concepto de sujetos que enfrentan barreras para el aprendizaje y la participación, lo cual demanda del docente un saber y quehacer nuevo, creativo en su práctica docente. Será en cada una de las aulas de nuestras instituciones en donde se lleven a cabo las adecuaciones de acceso o a los elementos del currículo, estas deberán ser el eje rector de todo trabajo docente. Los aprendizajes esperados a lograr en el alumno deberán ser redactados en forma objetiva y precisa de acuerdo a su nivel cognitivo y nivel competencia curricular etc. pues a partir de estos se constituyen los criterios de promoción al siguiente grado. Deberán plantearse aprendizajes esperados referidos al saber, saber hacer, ser y estar.

## Docencia

Coordinador: Ana lilia Rodríguez Medina

Salón 3: Edificio 204

Laboratorio de Cómputo

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	Julia E. Soto Tapia	Oscar Dávalos	Oscar Dávalos	Oscar Dávalos
9:30–10:00					
10:00–10:30	<b>RECESO</b>				
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30					
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	<b>RECESO</b>			
12:00–12:30	Julia E. Soto Tapia	Julia E. Soto Tapia	Oscar Dávalos	Oscar Dávalos	Oscar Dávalos
12:30–13:00					
13:00–13:30		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00					
14:00–14:30	<b>C O M I D A</b>				
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
17:30–18:00					
18:00–18:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
18:30–19:00					
19:00–19:30	Traslado	Traslado			
19:30–20:00					

### (Taller) Las Matemáticas en la Formación de Emprendedores (Docentes de Secundaria).

Julia Elizabeth Soto Tapia, Norberto Chau Pérez, Miguel Gonzaga Ramírez (jsoto@puce.edu.pe)

El Grupo de Apoyo a las Matemáticas para la Educación Secundaria (GAMES) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, es un grupo constituido con el objetivo de desarrollar competencias matemáticas en los docentes de educación secundaria, como estrategia para mejorar la calidad de la educación matemática. La creación de GAMES se debe a la convicción de sus integrantes de que un docente de matemáticas de la escuela secundaria que domina los conceptos y procedimientos de las matemáticas, fácilmente podría implementar diversas metodologías para lograr aprendizajes de calidad en sus estudiantes. Actualmente, GAMES promueve la Diplomado de Especialización en Matemáticas para la Educación Secundaria, la cual se ejecutó durante el año 2015 en la Universidad Nacional de Trujillo (región La Libertad) y la Universidad Nacional San Agustín (región Arequipa), con sede en la Pontificia Universidad Católica del Perú (región Lima). Anteriormente, desarrolló el Curso de Perfeccionamiento Docente en las tres sedes anteriores y la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (Ayacucho). En nuestra propuesta para la sesión especial, se utilizarán conceptos básicos de funciones lineales y cuadráticas, progresiones, programación lineal y matemáticas financieras, para construir el flujo de caja de un negocio y calcular el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), con el objetivo de tener dos criterios básicos para la toma de decisiones de si es conveniente o no invertir. En la primera parte se desarrollarán los contenidos teóricos y procedimentales, y en la segunda parte, desde un enfoque interdisciplinario, se resolverá un problema básico de finanzas con una herramienta que facilitará la toma de decisiones a los estudiantes con habilidades de emprendedores.

### (Taller) Presentaciones en geogebra para las matemáticas del bachillerato.

Fausto Contreras (facontre@correo.uaa.mx)

Curso dirigido a profesores de matemáticas de bachillerato. En él se mostrará como emplear el software GeoGebra como material didáctico. Se presentarán aplicaciones que van desde álgebra elemental hasta cálculo en las que el estudiante podrá interactuar. Asimismo se mostrará cómo construir las aplicaciones. No es un curso pensado en los estudiantes, no obstante ellos también podrían acudir para una mejor comprensión de lo que se estudia en el aula. Es oportuno indicar que para construir la aplicación se precisa de una clara comprensión de la matemática que se desea presentar, razón por la cual un estudiante de último año de bachillerato o primer año de profesional podrá aprovechar este curso.

**Taller de geogebra nivel primaria.**

Oscar Dávalos (fodavalos@up.edu.mx)

El fin del taller es dar una pequeña introducción al uso de las principales funciones del software matemático Geogebra. Se estudiarán las funciones a partir de resolución de problemas.

**Ludoteca de fracciones: enseñanza de fracciones desde primero de primaria hasta sexto de primaria con juegos. Usando el material de Ángeles Editores se realizarán una serie de actividades tanto de aprendizaje como de práctica de operaciones con fracciones (profesores de Primaria Menor y Mayor).**

Sandra Lilia Castillo Flores (sandra.castillo@itesm.mx)

Taller orientado a trabajar en el aula con el material de Ángeles Editores <http://www.angeleseditores.com> destinado a la enseñanza de fracciones, este material permite dar seguimiento puntual en el manejo y comprensión de los números racionales, desde primero de primaria hasta sexto. Las actividades del taller están orientadas a la comprensión, mecanización y solución de problemas en forma lúdica. Durante el taller también se diseñarán instrumentos de evaluación para el mejor seguimiento y aprovechamiento del material lúdico que ha desarrollado la editorial.

---

## Carteles

Coordinador: José Ferrán Valdez Lorenzo

### Martes 25 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 14:00 Hrs.

Edificio 221, Vestíbulo

Edificio Polivalente “Dr. Luis Manuel Macías López”

## Análisis Numérico y Optimización

### Solución numérica de ecuaciones diferenciales parciales en medios aleatorios y heterogéneos. (CAR)

Omar Andrés Cuervo Fernández (oacuervof@unal.edu.co)

En la actualidad gran parte del área de estudio de la física, matemática y disciplinas derivadas como las ingenierías se centran en problemas donde se debe dar solución a ecuaciones diferenciales parciales que en muchos casos se deben aproximar numéricamente debido a la complejidad de su solución analítica. Vamos a estudiar la ecuación de Onda en dos dimensiones para medios heterogéneos y aleatorios que es un tipo de ecuación diferencial parcial estocástica, con una aplicación Geofísica en el estudio de la propagación de ondas sísmicas en la tierra cuyos medios están caracterizados por funciones de covarianza. Se presenta una herramienta para describir el coeficiente de velocidad de propagación como una expansión en serie de funciones determinísticas acompañadas de los respectivos coeficientes aleatorios los cuales deben variar de forma sistemática entre sí, llamada la expansión de Karhunen-Loève (KL) utilizando funciones de covarianza para la descripción del medio. Debido a la naturaleza de la ecuación, se requiere dos tipos de discretizaciones, donde presentamos el método de diferencias finitas para la discretización temporal e implementamos el método de elementos finitos en la discretización espacial como herramientas de aproximación numérica a la solución de la ecuación de onda estocástica. Por último, utilizamos el método Monte Carlo para aproximar el valor esperado de las soluciones, mostrando resultados experimentales para el problema con condición de frontera de Neumann en distintos escenarios, trabajando con diversos parámetros y algunos estudios de error para mostrar la efectividad y convergencia de los métodos presentados. **Algunas referencias:** [1] J. Galvis y M. Sarkis, *Approximating infinity-dimensional stochastic darcys equations without uniform ellipticity*, SIAM, 2009. [2] R. Tempone y I. Babuska, *Galerkin finite element approximations of stochastic elliptic partial differential equations*, Society for Industrial and applied mathematics, 2004. [3] J. Galvis y H. Versieux, *Introducao a Aproximacao Numerica de Equacoes Diferenciais Parciais Via o Metodo de Elementos Finitos*, IMPA, 28 Coloquio Brasileiro de Matematica. [4] J. Carcione y G. Herman, *Seismic modeling*, Geophysics Vol. 67 No. 4, 2002.

## Biomatemáticas

### Modelos de medio conductor para generar EEG asociado a patologías en el cerebro. (CAR)

Emmanuel Roberto Estrada Aguayo, José Jacobo Oliveros Oliveros, María Montserrat Morín Castillo, Gregorio García Aguilar, Héctor Ramírez Díaz (profe.emmanuel@gmail.com)

La Electroencefalografía es una de las técnicas más conocidas de investigación no invasiva del cerebro. Por medio de esta técnica se han detectado posibles anomalías en el cerebro ya que la conductividad eléctrica varía con diferentes situaciones patológicas tales como tumores, edemas y calcificaciones. El problema de determinar las anomalías a través del EEG es llamado Problema Inverso Electroencefalográfico y cae dentro de la categoría de los problemas mal planteados. Esto es debido a que existen diferentes configuraciones que pueden producir el mismo EEG y a que pequeñas variaciones en los datos de entrada pueden producir variaciones sustanciales en la localización de la fuente. La conductividad eléctrica de lesiones cerebrales varía con la situación patológica. En el caso de tumores. Se sabe que estos son silencio eléctrico, es decir, en la zona afectada no se refleja actividad eléctrica; sin embargo, una corriente eléctrica secundaria puede generarse alrededor del tumor. Para el caso de las calcificaciones se está considerando que dicha patología tiene una conductividad mucho menor comparada con el resto del cerebro sano por lo tanto se considera un dieléctrico. En este trabajo se propone un modelo matemático para reproducir el EEG asociado a una calcificación para lo cual se utiliza un modelo de medio conductor. La anomalía en el centro del cerebro estudiada representa a la glándula pineal calcificada lo cual se sabe que ocurre a una edad determinada en la primera década de vida. La glándula pineal humana crece en tamaño hasta el primer o segundo año de edad, permaneciendo estable después de ese periodo, aunque su peso se incrementa gradualmente a partir de la pubertad. Con este avance se pretende llegar a un algoritmo de localización espacial en el cerebro de la calcificación pineal usando como dato de entrada el EEG asociado.

**Formación de patrones en un dominio tomando dos tipos de reacciones. (CAR)***Miriam Corina Rodríguez García, Mayra Núñez López (codigomala@gmail.com)*

En este trabajo se presentará el análisis de estabilidad de dos modelos Schnakenberg y Gierer-Meinhardt sin el término difusivo, posteriormente se incorporará para ambas dinámicas la parte difusiva, y las condiciones de Turing para la formación de patrones. Se mostrarán simulaciones numéricas de ambos modelos tomando en cuenta las condiciones de inestabilidad y finalmente la simulación de ambas cinéticas en un solo dominio con el propósito de presentar un análisis de lo que sucede con la parte reactiva a lo largo de la frontera de ambos modelos.

**Rabia parálitica bovina transmitida por el murciélago hematofago. (CAR)***Israel Badillo Martínez (f354\_bam@hotmail.com)*

La rabia bovina es una infección viral aguda que produce parálisis progresiva, la cual conduce a la muerte del animal infectado. El virus rabioso tiene una distribución mundial con diferentes animales como vectores primarios en diferentes regiones del mundo, responsables de la transmisión de la enfermedad al ganado y a otras especies. En el presente trabajo se plantea un sistema de ecuaciones en diferencias para describir el comportamiento del virus transmitido por el murciélago hematofago en una región, incluyendo los casos cuando: No se tiene un control sobre la población de los murciélagos, ni una vacunación por parte del ganadero. No se realiza un control en la población de murciélagos, pero hay una vacunación preventiva. Se realiza un control para la población de los murciélagos, pero no una vacunación para el ganado. Se realiza un control para la población de los murciélagos y una vacunación preventiva para el ganado.

**Análisis de promiscuidad enzimática en bacterias. (CAR)***Fernando Ibarra, José Manuel Gómez Soto (ferchoit@hotmail.com)*

Al buscar descifrar los procesos evolutivos surge la promiscuidad enzimática como una posible clave para entender como se adaptan los organismos a nuevos ambientes. El trabajo explica en que consiste la promiscuidad enzimática y explica un estudio estadístico sobre muestras de bacterias obtenidas en cuatro ambientes distintos buscando una medida que nos pueda ayudar a distinguir la capacidad de adaptación de un organismo dependiendo del tipo de ambiente del que proviene.

## Ecuaciones Diferenciales y Aplicaciones

**Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales fraccionarias con retardo. (CAR)***Alberto Fleitas Imbert, Martín Patricio Arciga Alejandre (satielfo@gmail.com)*

En este trabajo se utiliza la transformada de Laplace para obtener una representación integral de soluciones para un sistema de ecuaciones diferenciales fraccionarias, con derivada de Caputo y con retardo en las variables de estado. Se implementan métodos numéricos para visualizar soluciones particulares y se dan algunas aplicaciones.

**El Colapso en el puente de Tacoma Narrows. (CAR)***Miguel Ángel Guerrero Castillo (guerreroCastillom@gmail.com)*

Este proyecto se basa en el colapso del puente colgante de Tacoma Narrows, en Seattle. En este trabajo se divulgará y explicará este acontecimiento, mediante un modelo matemático que describa el movimiento del puente. Se analiza el efecto de la resonancia mecánica y los diferentes tipos de movimientos del puente para después obtener simulaciones de sus oscilaciones. Con el fin de modelar el movimiento del puente, se utiliza el sistema de masa-resorte y desarrollan modelos lineales (para cada tipo de movimiento), en el cual cada modelo matemático es una ecuación diferencial de segundo orden con coeficientes constantes junto con condiciones iniciales especificadas en un tiempo. Fue impactante este suceso, puesto que solo se tenían algunos meses de haberse inaugurado. Suceso, donde de alguna manera coincidieron la fuerza del viento y la frecuencia natural de los cables de suspensión y, por lo tanto, la amplitud de las oscilaciones del puente crecieron sin límite, lo que causó la caída del puente, mediante la simulación se pudo explicar lo acontecido.

**Curvas de persecución. (CAR)***Araceli del Carmen Martínez Pérez (aritha\_martinez@hotmail.com)*

Alguna vez ¿has visto a un perro perseguir a un carro? ¿Qué trayectoria sigue el perro? ó ¿qué trayectoria debe seguir un destructor para acabar con un submarino? ó simplemente no has puesto un poco de atención a lo que ocurre a tu alrededor y ver ¿cómo un cazador atrapa a su presa? Estos casos se resumen en expresar la trayectoria que describe un objeto que persigue a otro que está

en movimiento, a estas trayectorias se le conoce como curvas de persecución. Como herramienta para el análisis de las curvas de persecución contamos con la posibilidad de expresar las curvas mediante ecuaciones diferenciales. La tarea en este trabajo es encontrar la solución de la ecuación diferencial que modela la trayectoria de un interceptor al perseguir un objetivo; considerando el caso en que el objetivo no se mueva en línea recta sino que describa una trayectoria parabólica. Lo primero que haremos es modelar la trayectoria mediante una ecuación utilizando conocimientos básicos de física, cálculo y diversas herramientas de matemáticas, una vez que encontremos dicha ecuación el trabajo se reduce a dar solución al sistema de ecuaciones diferenciales haciendo uso de los diferentes métodos para la resolución ecuaciones diferenciales.

#### **Algebrizando campos vectoriales en el espacio. (CAR)**

*María Valentina Iréndira Soto-Rocha, Yuliana Rodríguez-Durán, María Esther Grimaldo-Reyna, F. J. Almaguer-Martínez, Roberto Soto-Villalobos (irendira.soro@gmail.com)*

Desde hace ya algunas décadas, se había fundado la teoría de funciones analíticas en un álgebra. Esta teoría, llamada usualmente como la "Analiticidad de Lorch sobre álgebras", permite considerar sistemas de ecuaciones diferenciales autónomas ordinarias y resolver una amplia familia de éstas. En este trabajo, considerando funciones  $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ , diferenciables en un conjunto abierto y se determina si  $\mathbb{R}^3$  admite un producto de álgebra y para la cuál  $\mathbb{R}^3$  es un álgebra. Posteriormente se reescribe el sistema dado, en una ecuación en el álgebra y se resuelve dicha ecuación en el álgebra y a través de ésta solución, se resuelve el sistema dado.

#### **Predicción del desarrollo de diabetes mediante el modelo mínimo de Bergman. (CAR)**

*América Guadalupe Analco Panohaya (ame\_lups@hotmail.com)*

La Diabetes es una enfermedad cada vez más común en nuestro país la cual tiene que ver con la resistencia a la insulina en el cuerpo humano, por lo cual esta medida de resistencia es de suma importancia. Un método que proporciona este tipo de información es el "Modelo Mínimo de Bergman" el cual se basa en como reacciona la concentración de glucosa e insulina en la sangre de forma mutua. En este trabajo se presenta el desarrollo y el uso del "Modelo Mínimo de Bergman" para la predicción de la Diabetes en base a la concentración de insulina y glucosa en la sangre de un paciente.

## Geometría Algebraica

#### **Las cúbicas como grupo abeliano. (CAR)**

*Miguel Angel Prado Godoy (miguel.prado@cimat.mx)*

Se demostrará por qué las cúbicas homogéneas en el plano proyectivo con coeficientes en un subcampo de los complejos presentan una estructura de grupo bajo ciertas condiciones. Para esto se dará la construcción correspondiente y se pondrá especial atención en la demostración de la asociatividad, ya que esto representa una dificultad mayor. También se mostraran algunos resultados que conlleva la existencia de dicha estructura.

#### **Una aplicación de las coordenadas baricéntricas en la recta. (CAR)**

*Edgar Alejandro Garcia Castrillo, Elizabeth Bañuelos Aguilar (wars\_ale94@hotmail.com)*

El universo de la geometría está constituido por un conjunto de proposiciones. Es el más usado en la ciencia y principalmente en la geometría. Se basa en ir encadenando conocimientos que se suponen verdaderos (axiomas y postulados) de manera tal, que se obtienen nuevos conocimientos (teoremas). También se le llama método analítico o indirecto cuya característica es que va de lo general a lo particular. Sabemos que (por lema) Dados dos puntos  $p$  y  $q$  en  $\mathbb{R}^n$ , existe una recta que pasa por ellos. Veremos cómo se escriben, en términos de  $p$  y  $q$ , los puntos de su recta, y que esto tiene que ver con la clásica ley de las palancas. Además, de aquí surgirá una demostración muy simple del Teorema clásico de concurrencia de medianas en un triángulo. Las coordenadas baricéntricas tienen la ventaja de que ya no distinguen entre los dos puntos, ahora no hay preferencia hacia ninguno de los dos; las coordenadas baricéntricas son "democráticas". Más aún, al expresar una recta por sus coordenadas baricéntricas no le damos una dirección preferida. Se usan simultáneamente los parámetros naturales para las dos direcciones (de  $p$  a  $q$  y de  $q$  a  $p$ ).

#### **Introducción a la teoría de invariantes geométricos y el teorema de Nagata. (CAR)**

*Ricardo José López Dawn (ricardo.lopez@cimat.mx)*

Este teorema es un teorema ya probado con una aplicación muy fuerte en Teoría de Invariantes Geométricos (GIT), con la principal motivación de introducir a estudiantes de la primera mitad de licenciatura al área del GIT y su importancia. Se dividirá el poster en las siguientes secciones: Una introducción a la Teoría de Invariantes Geométricos Definir cocientes en variedades donde daremos

ejemplos Una importante sección de grupos reductivos que tendrá una sección de ejemplos El enunciado y un resumen de la prueba del teorema de Nagata Construcción de cocientes buenos en variedades afines a partir del teorema de Nagata y conclusión

**Un método poliedral para resolver sistemas polinomiales.** (CAR)

*Zuleyma Yazmin Avila Rosales, Luis Alfredo Dupont, Evodio Muñoz Aguirre* (zuleyma\_avila@hotmail.com)

Se presenta un método poliedral para el cálculo de todas las raíces aisladas de un sistema de ecuaciones polinomiales. Utilizando subdivisiones de politopos de Newton y un algoritmo para el teorema de Bernstein sobre el número esperado de raíces. Esto resulta en un homotopía numérica con el número óptimo de caminos a seguir. En ésta homotopía hay un sistema de arranque para cada celda de la subdivisión, y las raíces de estos sistemas de partida se obtienen por una combinatoria de fácil construcción.

**Introducción a la representaciones lineales de grupos finitos.** (CAR)

*Fátima Hernández Basilio, Jesús Romero Valencia* (fathy\_moxa@hotmail.com)

Llamaremos una representación del grupo  $G$  en el espacio vectorial  $V$ , a un homomorfismo de grupos  $\rho: G \rightarrow GL(V)$ , donde  $GL(V)$  es el grupo de transformaciones lineales invertibles  $T: V \rightarrow V$ . Este trabajo tiene como objetivo presentar resultados sobre la Teoría de Representaciones Lineales de Grupos Finitos, que puedan aplicarse para obtener propiedades sobre dichos grupos. La idea, es difundir un campo de estudio, donde cómo estudiantes podemos aplicar nuestros conocimientos adquiridos en los cursos de Álgebra Lineal y Álgebra Moderna. Las Representaciones de Grupos Finitos tienen aplicaciones en otras ciencias, sobre todo con las relacionadas a la Teoría Molecular como lo son la Química y la Física.

## Geometría Diferencial

**Una generalización de las ecuaciones de Maxwell: La ecuación de Yang-Mills y la identidad de Bianchi.** (CAR)

*Rafael Leonardo Azuaje Hidalgo* (rafalleonardoazuajehidalgo@gmail.com)

En este trabajo se presenta la generalización de las ecuaciones de Maxwell para electromagnetismo, en el lenguaje de la geometría diferencial. Para esto se representan como objetos de la geometría diferencial, los objetos que intervienen en las ecuaciones, a saber, campo eléctrico, campo magnético, densidad de corriente y densidad de carga eléctrica. Luego de manera general involucrando los conceptos de  $G$ -fibrado,  $G$ -conexión y curvatura, donde  $G$  es un grupo de Lie llamado grupo de calibre, entonces con un grupo  $G$  muy particular, el grupo  $U(1)$ , se ve que las ecuaciones de Maxwell son generalizadas por la ecuación de Yang-Mills y la identidad de Bianchi. Los conceptos de fibrado, conexión y curvatura son presentados junto con sus propiedades más importantes, también se presenta una generalización del concepto de forma diferencial en una variedad, esta es, el concepto de forma diferencial a valores en un fibrado. Los resultados presentados son obtenidos principalmente del libro Gauge Fields, Knots and Gravity de John Baez y Javier Muniain.

**Variedades angulo-momento y variedades de contacto en dimensiones altas.** (CAR)

*Yadira Lizeth Barreto Felipe* (yalibafe@gmail.com)

Se construyen nuevos ejemplos de variedades de contacto en dimensiones altas. Estas variedades, las cuales son llamadas variedades angulo-momento mixtas, están estrechamente relacionadas con las variedades angulo-momento que han sido estudiadas por S. Lopez de Medrano, A. Verjovsky, V. Buchstaber, T. Panov, L. Meersseman, F. Bosio y S. Gitler.

**Las cónicas con diferentes métricas en  $\mathbb{R}^2$ .** (CAR)

*Jazmín Maravilla Meza* (jazmin576@gmail.com)

El objetivo del presente trabajo es ver algunas secciones cónicas en este caso solo se trabajará con la elipse, hipérbola, parábola y circunferencia en  $\mathbb{R}^2$  las cuales deformaremos con las métricas siguientes: discreta, uniforme y la del taxista. Estudiaremos las posibles ecuaciones de dichas secciones y sus posibles similitudes con algunos conjuntos de  $\mathbb{R}^2$  usando la métrica euclidiana.

**La geometría en las catástrofes elementales.** (CAR)

*María Soledad Arriaga* (solarriaga@gmail.com)

¿Qué relaciona las catástrofes con una mariposa, una cúspide o una cola de golondrina? En este póster se presentan las estructuras geométricas que les dan nombre a algunas de las catástrofes llamadas elementales. En algunos casos, estos nombres están relacionados con el conjunto de singularidad, otras con el conjunto de bifurcación de una función dada. Además se mencionarán teoremas importantes relacionados con algunas de éstas singularidades.

**Una demostración del Teorema de Van Aubel.** (CAR)

Marco Antonio Ramos Hernández (spivak.ortiz2011@gmail.com)

El objetivo del trabajo a presentar consiste en dar a conocer una demostración de un resultado de geometría conocido como Teorema de Van Aubel. Dicho teorema es de una sencillez visual que puede resultar de interés para estudiantes de los primeros años de la licenciatura. Para su demostración y comprensión se requieren únicamente conocimientos de proporciones de triángulos y propiedades básicas de cuadriláteros.

## Probabilidad

**El problema del coleccionista de cupones.** (CAR)

Irvin Enrique Soberano González, Addy Margarita Bolívar Cimé (142a11002@alumno.ujat.mx)

Comúnmente las galletas que consumimos contienen estampitas de futbolistas, artistas famosos, personajes de caricaturas, etc., y deseamos obtener toda la colección de estampitas. Supongamos que surge una promoción de  $N$  estampitas en una determinada marca de galletas (una estampita por cada galleta) y queremos saber el número esperado de galletas que tenemos que comprar para conseguir toda la colección. En este cartel abordaremos la solución a este problema, que es conocido como "El problema del coleccionista de cupones". Analizaremos la función de probabilidad del número  $T$  de galletas que se necesitan comprar para conseguir toda la colección, mostraremos cómo se calcula el valor esperado y la varianza de  $T$ , suponiendo que cada estampita tiene la misma probabilidad de aparecer en un paquete de galletas, veremos como se puede aproximar el valor esperado de  $T$  mediante la constante de Euler-Mascheroni. Por otro lado, mostraremos cuál es el comportamiento del valor esperado de  $T$  a medida que  $N$  aumenta, calculando este valor esperado para varios valores de  $N$  y lo compararemos con la aproximación que utiliza la constante de Euler-Mascheroni.

**Simulación del modelo de Cramer-Lundberg en tiempo discreto.** (CAR)

Karina Monserrat Morales Atenco (kmatenco@gmail.com)

Simulación del Modelo de Cramer-Lundberg en Tiempo Discreto Karina Monserrat Morales Atenco, Hugo Adan Cruz Suárez Nuestro interés estará centrado en el riesgo que existe en las compañías aseguradoras sobre si éstas son capaces de cumplir con sus obligaciones, es decir si en algún momento la compañía no pueda pagar alguna de las reclamaciones que se le presentan. Se construye una simulación de un proceso estocástico a tiempo discreto que modela de manera sencilla la evolución a lo largo del tiempo del capital de una empresa aseguradora. Para ello, se supone que el capital inicial de la empresa es  $u \geq 0$  y que en cada periodo unitario de tiempo recibe un monto en concepto de primas; que sin pérdida de generalidad en la simulación se toma unitario este valor, así como el monto inicial; a su vez suponemos que la empresa recibe reclamaciones digamos  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  con  $n \geq 1$ , las cuales son variables aleatorias discretas independientes e idénticamente distribuidas. De esta manera definimos el proceso de riesgo a tiempo discreto como la suma del capital inicial con el producto del monto por concepto de primas menos la suma de todas las reclamaciones que la aseguradora recibe. El desarrollo de este trabajo consiste en obtener por simulación la probabilidad y el tiempo esperado de ruina, considerando 3 tipos de distribuciones: Uniforme, Bernoulli y Geométrica.

**La distribución Poisson-Beta: Estimación.** (CAR)

Areli Karina Martínez Tapia, Fernando Velasco Luna, Hugo A. Cruz Suárez, Francisco S. Tajonar Sanabria (karin.940721@gmail.com)

En este trabajo se presenta una introducción a la función de probabilidad denominada Poisson-Beta. Se hace en primer lugar una revisión de la distribución Poisson y posteriormente de la distribución Beta. Se revisan las propiedades básicas de la distribución Poisson-Beta. Se presentan los métodos de estimación de momentos y de máxima verosimilitud para la distribución Poisson-Beta.

**Estimación de los parámetros para el modelo presa-depredador fraccionario.** (CAR)

Jaime Andres Cerda Garrido, Francisco Ariza Hernández (mos\_ca@hotmail.com)

En este trabajo trata el problema de estimación de los parámetros involucrados en el modelo de Presa-depredador fraccionario. Se generan datos sintéticos de la solución del sistema basado en un esquema numérico y se estiman los parámetros a partir de estos datos desde un punto de vista Bayesiano. Esta teoría ha mostrado ser bastante eficaz en la solución de problemas inversos fraccionarios.

**Método de Montecarlo aplicado a caminatas aleatorias simples.** (CAR)

Andrés Omar Pérez Martínez, Miguel Angel Corro Hernández (andres.compu.fcfm@gmail.com)

En esta investigación se presenta un programa en C, el cual, simula a través del método de Montecarlo, una caminata aleatoria simple. actualmente vivimos en una era digital en la cual, es posible utilizar las herramientas digitales que tenemos a nuestro alcance para

resolver un problema, o darnos una aproximación del mismo. El Método de Montecarlo, método no determinista, es una colección de técnicas que permiten obtener soluciones de problemas matemáticos o físicos mediante la simulación de variables aleatorias haciendo pruebas aleatorias repetidas. En la práctica, las pruebas aleatorias se sustituyen por resultados de ciertos cálculos más simples realizados con números aleatorios. Una caminata aleatoria simple sobre el conjunto de los números enteros es un proceso estocástico a tiempo discreto que describe la trayectoria de hacer pasos sucesivos aleatorios. Con ayuda de el método de montecarlo se hizo una simulación de una caminata aleatoria, así como se pretende presentar algunos ejemplos y aplicaciones.

#### **Estudio del movimiento de dos cuerpos bajo el campo de un centro fijo. (CAR)**

*Daniel Dionisio Rendon Abimael benigochea Cruz (kal\_800@hotmail.com)*

El problema de tres cuerpos es un modelo que considera la interacción de tres partículas puntuales mediante la Fuerza Gravitacional de Newton. Este modelo es útil para representar algunos sistemas celestes, por ejemplo, el conformado por el sol, la tierra y la luna. Por supuesto, al utilizar este modelo se desprecian algunas características de los planetas, tales como el volumen, la distribución no uniforme, presencia de atmosfera, etc. A largo de este trabajo hemos desarrollado la siguiente idea: obtener órbitas localmente elípticas que giren alrededor de una partícula con una masa muy grande de tal forma que tenga un comportamiento de punto fijo. Esto lo realizamos, en parte, con ayuda de las soluciones elípticas del problema de 2 cuerpos, las cuales se conocen muy bien. Para hacer un análisis sobre las condiciones iniciales requeridas, nos enfocamos en las ecuaciones de cada una de las partículas, con el objetivo de obtener condiciones para las cuales el sistema tuviese las soluciones que requerimos. Una vez obtenidas las condiciones iniciales requeridas realizamos pequeñas simulaciones para verificar que estas definieran las órbitas que nos interesan. Así, con la integración numérica corroboramos los resultados predichos en nuestro análisis. Después de hacer la integración numérica con las condiciones iniciales encontradas, se analizó el sistema, para ver si este era consistente bajo diferentes intervalos temporales de soluciones, en intervalos de tiempo cortos como lo es el periodo  $T$ -elíptico, y en intervalos de tiempo largo como lo es el periodo  $T$ . Estos resultados también indican que nuestras condiciones iniciales son consistentes con respecto al movimiento descrito. Para mostrar que las condiciones obtenidas son las adecuadas para la determinación de las órbitas mencionadas, realizamos un contraejemplo, el cual surge de modificar los parámetros de tal forma que no se satisfagan las condiciones mencionadas, en este caso la distancia entre la partícula de mayor masa y la del centro de masa de las otras dos partículas. Estas condiciones dieron origen a soluciones del problema de tres cuerpos donde las partículas con menor masa no siguen localmente curvas elípticas, que es uno de los requerimientos de las órbitas. Con esto se puede concluir que estas condiciones generales son suficientes para este problema.

#### **Análisis de modelos dinámicos discretos mediante el diagrama de Cobweb. (CAR)**

*Mirna Valenzuela Domínguez, Ingrid Quilantán Ortega (miva-9408@hotmail.com)*

Desde que nos introducimos en el mundo de las funciones se nos enseña el cómo realizar una gráfica en el plano, para cada valor de  $x$  se le otorga su correspondiente  $f(x)$ . Pero ¿qué significa iterar esta función? y, que me puede decir ésta acerca de una situación real?. En este cartel, se pretende contestar esta esencial pregunta a través de ejemplos sencillos de modelos matemáticos que representan comportamientos reales en el espacio unidimensional, por medio del Método de la telaraña (diagrama de Cobweb) para la iteración de funciones, esto es, una pequeña introducción al estudio de una rama interesante de las matemáticas que se ocupa del estudio del movimiento llamada "sistemas dinámicos".

#### **El Principio de Dirichlet. (CAR)**

*Mayra Lizeth Ramírez Herrera (lizi\_633r@hotmail.com)*

El Principio de Dirichlet Sabemos que en las matemáticas siempre se busca resolver problemas de la manera más sencilla posible, ya que lo más sencillo resulta ser lo más útil. En este cartel presentaremos uno de los Principios que hace esto posible en combinatoria, el cual podemos ejemplificarlo con la siguiente afirmación: "si hay cinco dulces que se reparten entre cuatro niños, entonces a un niño le tocan al menos dos dulces". Una primera versión de este principio podemos enunciarla de la siguiente manera: "Si  $(n + 1)$  objetos se deben acomodar en  $n$  casillas, entonces en alguna casilla hay al menos dos objetos". Este resultado se conoce como el Principio de Dirichlet ya que fue utilizado en teoría de números por primera vez por el matemático alemán Peter Lejeune Dirichlet; sin embargo, también es conocido como el Principio de las casillas o el Principio de las palomas. Este principio no sólo se puede aplicar a teoría de números y combinatoria sino también en geometría. De igual manera este resultado ayuda a resolver problemas de existencia; de garantizar si dentro de una serie de hechos, ya sean finitos o infinitos, hay la certeza de que sucede una situación especial. Así, el principio es una afirmación puramente existencial y no da indicaciones de cómo llegar a la situación especial que se pide. Con esto podemos concluir que este principio es de vital importancia, por lo que resultará interesante y útil a aquellas personas que quizá no lo han escuchado e incluso a los que ya lo han oído mencionar.

#### **Introducción a los billares triángulares: de lo básico a lo complejo. (CAR)**

*Claudio César García Mendoza, Cesar Alberto Rosales Alcantar (Cayin\_01@hotmail.com)*

El billar es un deporte de precisión que se practica impulsando con un taco un número variable de bolas en una mesa con tablero de pizarra forrada de paño, rodeada de material elástico, llamadas bandas, con troneras o sin ellas. Este juego proporciona grandes

aportes a las matemáticas, donde destaca la explicación de orbitas periódicas mediante el uso de los rebotes del tipo billar, donde diremos que una órbita es la trayectoria que describe la bola de billar por la mesa de billar al ser impactada por el taco. Además, cuando hablamos de un rebote de tipo billar nos referimos a que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión que genera la órbita al golpear una de las bandas. En la investigación nos enfocaremos en las mesas de billar con forma triangular y sus propiedades en los casos de triángulos acutángulos, isósceles y rectángulos. Observaremos el caso equilátero como particularidad del isósceles y una aproximación al obtusángulo.

---

## Miercoles 26 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 14:00 Hrs.

### Álgebra

#### **El problema de la palabra y grupos hiperbólicos.** (CAR)

*Diana Patricia Rivera Segundo* (dije.hcn@gmail.com)

Un problema fundamental en las diferentes áreas de la matemática es decidir cuando los objetos que se estudian son los mismos. Por ejemplo, en topología, cuando dos objetos son homeomorfos; en teoría de grupos, cuando dos grupos son isomorfos; en geometría diferencial, cuando dos superficies son difeomorfas, etc. En 1911, Max Dehn hizo explícitos el problema del isomorfismo, el problema de la conjugación y el problema de la palabra para grupos. El problema de la palabra consiste en encontrar un algoritmo que sea capaz de determinar si un elemento de un grupo dado como el producto de sus generadores es o no la identidad del grupo. A mediados del siglo pasado se demostró que existe un grupo para el cual este problema no tiene solución, sin embargo, este no es el caso de los grupos hiperbólicos. En este trabajo se mostrará que los grupos hiperbólicos tienen solución al problema de la palabra mediante presentaciones de Dehn.

#### **Matemáticas y origami.** (CAR)

*Linett Anahi Pimentel Castro, Russel Aaron Quiñones Estrella, Luis Gustavo Santiago Bonifaz* (linett.castro@hotmail.com)

El origami es el arte japonés de plegar papel para representar distintas figuras, y en matemáticas podemos apreciar en esto los números construibles. En este póster se expondrá la construcción de los números construibles y su utilización en la fabricación de origamis.

#### **Una perspectiva general de las estructuras matemáticas.** (CAR)

*Jesús Alexis Aburto Duarte* (jesusalexisaburto@gmail.com)

Primeramente definiremos lo que es una categorías y un funtor entre dos categorías, y algunos ejemplos de estas cosas. Veremos que las categorías y los funtores no quedan excentos de se una categoría. También hablare de lo que es un monomorfismo, epimorfismo, isomorfismo, monomorfismo split y epimorfismo split y con esto ver el principio de dualidad. Por ultimo veremos lo que es una tranformacion natural y que los funtores junto con las tranfórmaciones naturales resultan ser una categoría

### Ciencias de la Computación

#### **Cultura digital para pueblo indigena del estado de Guerrero.** (CAR)

*Juan de la Cruz Sánchez, Marco Antonio Benitez Muñoz* (antonio.yeison1990@gmail.com)

La construcción de la Sociedad de la Información representa una gran apuesta por promover un desarrollo armonioso, justo y equitativo entre países, regiones y sectores sociales, mediante el acceso generalizado y uso apropiado de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Muchos de los esfuerzos a nivel mundial se han enfocado hasta ahora en la tarea de universalizar el acceso a las TIC para el abatimiento de la brecha digital. Alrededor del mundo, han proliferado proyectos y estrategias para acercar las nuevas tecnologías a sectores de la población que poco o nulo acceso han tenido a ellas, con la esperanza de contribuir a eliminar los rezagos sociales y económicos entre países, pueblos y personas. "Somos conscientes de que las TIC deben considerarse un medio, y no un fin en sí mismas. En condiciones favorables, estas tecnologías pueden ser un instrumento eficaz para acrecentar la productividad, generar crecimiento económico, crear empleos y fomentar la ocupabilidad, así como mejorar la calidad de la vida de todos. Pueden, además, promover el diálogo entre las personas, las naciones y las civilizaciones".

#### **Generación de reconocedores de lenguajes independientes del contexto mediante un entorno gráfico.** (CAR)

*Perla Janeth Sáenz Sánchez, Mario Andrés Cuevas Gutierrez* (1238perlaa@gmail.com)

Se desarrolló una herramienta de software escrita en lenguaje Java que cuenta con un editor gráfico que permite al usuario escribir una gramática independiente del contexto (GIC) y generar de forma automática el código fuente escrito en ANSI C de un reconocedor para el lenguaje representado por dicha gramática. El código fuente de este reconocedor puede ser compilado sin necesidad de hacerle modificación alguna, esto con la finalidad de poder probar la gramática que fue introducida mediante el editor gráfico. Este proyecto es un trabajo académico desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua con la finalidad de proporcionar una herramienta didáctica que pueda ser utilizada en cursos tales como Teoría de la Computación, Teoría de Lenguajes

y afines, ya que por medio de ella, los alumnos podrán escribir y probar sus GIC's evitando el trabajo de tener que desarrollar los reconocedores para dichas gramáticas y enfocarse así en el aprendizaje de este objeto de estudio en forma práctica y visual. Aunque actualmente existen herramientas de generación de compiladores como lo son YACC o GNU bison, estas requieren un aprendizaje adicional para poder ser utilizados, en cambio la herramienta que nosotros proponemos es de uso sumamente sencillo, sin requerir un conocimiento previo más allá de los las gramáticas independientes del contexto y lenguaje C.

#### **Algoritmos para el problema de los $P_2$ -acoplamientos geométricos sin cruces.** (CAR)

*Gualberto Vazquez Casas, Rodrigo Alexander Castro Campos, Marco Antonio Heredia Velasco y Francisco Javier Zaragoza Martínez (gvc@correo.azc.uam.mx)*

Sea  $P$  un conjunto de  $3k$  puntos en un plano euclidiano. Un  $P_2$ -acoplamiento es una partición de  $P$  en  $k$  tripletas, tal que el costo de cada tripleta  $(a, b, c)$  es la suma de sus longitudes de los segmentos  $\overline{ab}$  y  $\overline{bc}$ , y el costo de un  $P_2$ -acoplamiento es la suma de los costos de sus tripletas. El problema de encontrar un  $P_2$ -acoplamiento de costo mínimo es NP-Duro. Un  $P_2$ -acoplamiento de costo mínimo no contiene cruces en sus correspondientes segmentos, pero este no siempre es el caso cuando se quiere maximizar el costo. Este trabajo se realiza en colaboración con Rodrigo Alexander Castro Campos, Marco Antonio Heredia Velasco y Francisco Javier Zaragoza Martínez (UAM-Azcapotzalco).

#### **Equilibrios de Nash desde un enfoque computacional.** (CAR)

*Gibrán de Jesús Suárez Martínez, Luis Alfredo Dupont García, Francisco Sergio Salem Silva, Armando Sánchez Nungaray (gibrán554@live.com.mx)*

Se considera el problema de calcular los puntos de equilibrio de Nash en un juego de múltiples jugadores. Se mostrará que todo juego finito tiene un punto de equilibrio tal que todas las entradas en la función de distribución son números algebraicos, y así, tienen una representación finita. Se propone también un algoritmo que calcula una aproximación (en cierto sentido) al equilibrio de Nash. El tiempo de ejecución del programa propuesto es exponencial respecto al número de estrategias y polinomios en los dígitos de exactitud. Con esto, se obtendrán resultados similares para la aproximación de equilibrios en el mercado en el modelo neoclásico de cambio, bajo ciertas suposiciones. Por último, se hablará de la técnica utilizada por el software Gambit para hallar todos los puntos de equilibrio de Nash.

#### **Algoritmo para la búsqueda de cadenas en PI.** (CAR)

*Laura Alejandra Gómez Texco, Sergio Adán Juárez (kohana.gt@gmail.com)*

Se crea una aplicación programada en lenguaje C, para hacer búsquedas de cadenas de información, dichas cadenas serán codificadas a números de acuerdo a algún sistema establecido, y posteriormente se realizará la búsqueda en los decimales del número PI. El archivo utilizado como base de datos tiene una longitud de 200 millones de dígitos, los cuales son decimales del número PI. En teoría se establece que cualquier cadena de números debería ser encontrada en PI, pues PI es un número infinito y hasta el momento no se le ha encontrado algún patrón; en este trabajo los decimales de PI están acotados. Abajo mostramos una tabla de las probabilidades de hallar alguna cadena de acuerdo a la longitud de ésta, notemos que cuanto mayor es la longitud de la cadena la probabilidad de hallazgo se ve reducida. Longitud de cadena Probabilidad de hallazgo 1-5 100% 6 100% 7 99.995% 8 63% 9 9.5% 10 0.995% 11 0.09995%.

#### **La Domótica con Arduino.** (CAR)

*Erick Manuel Pastor, José Santos Lara Casarrubias (zomer55sdo@gmail.com)*

La Domótica con Arduino. Expositor: Erick Manuel Pastor Rodríguez. Colaboración: Jose Santos Lara Casarrubias En el siguiente trabajo se pretende dar una explicación del uso de la domótica con arduino ya que posteriormente se pretende desarrollar un trabajo de tesis a futuro en el área de informática para ello elaboraremos el cartel con los principales puntos que se hablaran en nuestro tema que está en desarrollo con el fin de que la comunidad nos empiece a conocer y así como tema de investigación estemos avanzando cada vez más. La domótica se podría definir como el conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos e informáticos integrados bien en nuestras casas o en otros lugares (oficinas, hoteles, jardines, etc.) que nos ayudan en nuestras tareas diarias y mejoran nuestra calidad de vida. ¿Cuál es el origen de esta palabra? La domótica proviene del latín domus que significa casa, y de robótica, del checo robota (esclavo), uniendo ambas nomenclaturas aparece la "vivienda robotizada o informatizada". Una vivienda al servicio del usuario. Entre las ventajas de usar hogares domóticos destacan:

- Incremento de la comunicación interna y externa (dentro y fuera de la casa)
- Posibilidad de teleasistencia y monitorización de la salud del individuo
- Ahorro de energía por el consumo inteligente del sistema
- Ahorro de tiempo y dinero por la gestión remota de los equipos y electrodomésticos

- Opción de realizar teletrabajo (la oficina en casa con las últimas tecnologías)
- Mejor y mayor acceso a la cultura (online, televisión, etc.)
- Mayor seguridad en el hogar.

Se expondrá en el cartel mas avances con imágenes detalladas de nuestro proyecto que tenemos hasta el momento.

#### **Análisis de deformación en objetos planos usando correlación digital de imágenes.** (CAR)

*Rocio Hernández Andrés, Wuiyebaldo Fermin Guerrero Sanchez* (azul\_chio@hotmail.com)

En la actualidad, son muchos los ensayos experimentales que se realizan, en los cuales es muy difícil la aplicación de técnicas tradicionales como la extensometría para la medición de desplazamientos y deformaciones durante un estado determinado de carga. Ensayos donde se requieren temperaturas muy altas, ensayos en materiales compuestos donde las delaminaciones hacen que se pierdan gran información con la utilización de galgas, ensayos a nivel microscopio o ensayos a altas velocidades son ejemplos donde la aplicación de la técnica de correlación de imágenes adquiere gran potencial en el área de la Mecánica Experimental debido a la particularidad de ser una técnica de no contacto para la medición de campo completo de desplazamientos y deformaciones.

## Física Matemática

#### **Transformaciones de norma en la teoría de constricciones de Dirac.** (CAR)

*Hernán Cortez Espinoza, Mercedes Paulina Velázquez Quesada* (201025700hce@gmail.com)

El método desarrollado por Dirac para obtener hamiltonianos de teorías singulares permite también obtener el número de grados de libertad de la teoría. Para hacer esto último se asume lo que se conoce como Conjetura de Dirac, la cual dice que todas las constricciones de primera clase generan transformaciones de norma. En este trabajo revisamos el método y las condiciones para que una función genere transformaciones de norma.

#### **Aplicaciones de diseños esféricos en física matemática.** (CAR)

*Christian Louis Hanotel Pinzón, Jorge Javier Hernández Gómez* (hanotel@ciencias.unam.mx)

Los diseños esféricos, que son conjuntos discretos en la esfera que promedian de manera exacta polinomios homogéneos hasta cierto grado, aparecieron por primera vez en 1973 y han sido ampliamente estudiados por su interés en combinatoria algebraica, sin embargo, recientemente han tenido un creciente interés por sus aplicaciones en diversas áreas de la física. En este trabajo se presentan algunos ejemplos de aplicaciones que han tenido lugar en el campo de física molecular, electromagnetismo y algunos resultados en el contexto de estados de espín anticoherentes. Para un entendimiento mayor del tema para la mayoría del público se ha preparado una introducción sencilla al tema de los diseños esféricos con ejemplos sencillos.

## Historia y Filosofía

#### **Los tres problemas clásicos de la matemática griega.** (CAR)

*Erik Eduardo Dorantes Morales, Abril Carrillo Bello* (erikdorantes1234@gmail.com)

En este póster se hablara de “Los tres problemas clásicos de la matemática griega” y se verán unas de las soluciones que se les han dado con el paso del tiempo a estos tres problemas que son:

1. Duplicación del Cubo. Se trata de resolver el siguiente problema: Construir, utilizando solamente regla y compás, la arista de un cubo que duplique el volumen de un cubo conocido.
2. Trisección del ángulo. Dividir un ángulo dado en tres ángulos parciales iguales, usando solo regla y compás.
3. Cuadratura del Círculo. Determine, utilizando solamente regla y compás, el lado de un cuadrado de área equivalente al área de un círculo de radio dado.

## Lógica y Fundamentos

### **Teorema de Godel.** (CAR)

*Ximena Margarita Moreno Ruiz, Roger Iván Vazquez Magariño, Hugo Villanueva Méndez (xmmer18@gmail.com)*

En el póster se explicará un poco de lo que trata el Teorema de Incompletitud de Kurt Godel el cual dice que, bajo ciertas condiciones, si los axiomas de ninguna teoría matemática formal que sea capaz de describir los números naturales y la aritmética no se contradicen entre sí, entonces existen enunciados que no pueden probarse ni refutarse a partir de ellos. Además de una pequeña demostración al teorema así como algunos ejemplos en los que se ve presente.

## Matemática e Ingeniería

### **Optimización del despliegue de unidades policíacas en Escobedo, Nuevo León.** (CAR)

*Luis Angel Cerda Arrieta, Martha Selene Casas-Ramírez, Luis Angel Cerda-Arrieta, Karina Alejandra Jaramillo-Márquez (luis.arrieta0995@gmail.com)*

El municipio de Escobedo, Nuevo León desea conocer la manera óptima de desplegar las diferentes unidades policíacas con las que cuenta. Es decir, busca ubicar todas las unidades de la mejor forma posible para que puedan atender un llamado de auxilio en un tiempo de respuesta corto. Para esto, el municipio cuenta con diferentes tipos de unidades: granaderas, patrullas de proximidad, motocicletas y bicicletas. El problema puede ser visto inicialmente como un problema de Máxima Cobertura y en base a los resultados obtenidos se dan ciertas recomendaciones para el caso de estudio considerado. Como un análisis de post-optimalidad, se plantea un modelo de Conjunto de Cobertura para saber el número óptimo de unidades necesarias para atender a todo el municipio sin comprometer el tiempo de respuesta.

### **El modelo de tráfico.** (CAR)

*Ma. Guadalupe Salgado Castorena (lupita.sc94@gmail.com)*

El problema del tráfico vehicular es un tema importante para la mayor parte de las ciudades industrializadas del mundo, no solamente como una cuestión social y económica sino también es un factor muy importante de comodidad para una ciudad. Es conocido que en cada urbe del planeta se realizan esfuerzos considerables para analizar los mecanismos básicos que gobiernan la dinámica del tráfico vehicular, ya que un mejor entendimiento de tales mecanismos desembocará, al menos teóricamente, en un mejor desarrollo de sistemas carreteros, de semáforos y mejores regulaciones que ayuden a reducir los embotellamientos y accidentes. En esta plática discutiremos, algunos aspectos elementales del problema de tráfico vehicular, usando modelos matemáticos escritos en términos de ecuaciones diferenciales. Presentaremos las formulaciones lagrangianas y eulerianas de dicho problema y analizaremos situaciones típicas que se pueden presentar en la realidad de este fenómeno.

## Matemáticas en la Economía y las Finanzas

### **El modelo de BLACK-SCHOLES.** (CAR)

*Rocio Hernandez Andres, Francisco Solano Tajonar Sanabria (azul\_chio@hotmail.com)*

En los últimos años, los mercados financieros de capitales y derivados han experimentado un enorme auge. Esto ha impulsado el estudio riguroso de estos mercados mediante modelos matemáticos. Uno de los problemas en las finanzas modernas es el de valorar a los productos financieros. La moderna teoría de la valoración de activos comienza con el modelo planteado por Black-Scholes, el cual es una ecuación diferencial parcial y la solución de dicha ecuación es llamada fórmula de Black-Scholes para la valuación de opciones. En este trabajo se proporcionan los conceptos financieros y matemáticos para entender la fórmula de Black-Scholes. Por último, se presentará una aplicación.

### **Cálculo de reservas por la metodología de Chain Ladder.** (CAR)

*Isabel Gutiérrez Hernández, Rocio Hernández Andrés, Hugo Adán Cruz Suárez (asiug06@gmail.com)*

La Comisión Europea (CE), frente a las negativas del sector financiero, decide crear una nueva normativa, nombrada "Solvencia II", la cual tiene como objetivo adaptar la norma a las situaciones actuales de las compañías aseguradoras así como realizar una valoración de las provisiones técnicas, fundamentales para conocer la posición de solvencia de la compañía; dicha normativa consta de tres

pilares: ü Pilar I: Requisitos mínimos de capital ü Pilar II: Procesos de supervisión ü Pilar III: Información y disciplina del mercado En particular, nuestro tema de investigación se desarrolla en el pilar I, donde nos encontramos con uno de los temas importantes de investigación en seguros; pues en él se abordan los métodos de cálculo de la provisión de siniestros pendientes, tanto de liquidación o pago, como de declaración. Es así como se estudia la metodología Chain Ladder, la cual se desenvuelve a partir de la información histórica de años donde la manifestación de la siniestralidad se ha completado y la información incompleta de los últimos años es decir no toda la siniestralidad se ha puesto de manifiesto; dicha información se presenta en forma de triángulo, llamados triángulos Run- Off (Triángulos de siniestros). En el cartel se desarrollará la metodología que consta del algoritmo de nueve pasos, el cual sirve de apoyo para conocer las reservas con las que debe contar una compañía aseguradora.

#### **Modelo matemático para originación de crédito. (CAR)**

*Jose Alberto Islas Lopez (alberto192@hotmail.com)*

En los últimos años en México, empresas dedicadas al crédito de consumo, buscan diferenciar el perfil de clientes de acuerdo a su historial crediticio, mejorando la calidad de sus carteras según el apetito de riesgo e incrementando la tasa de aprobación de sus solicitantes. Apoyándonos en la estrategia denominada “Adena de Valor de la Inteligencia” [Dr. Viterbo Berberena González], que se refiere a la extracción de inteligencia de los datos. Se genera un Modelo Matemático para Originación de Crédito en una empresa mexicana del tipo Retail. Realizando un análisis univariado de datos, análisis de la varianza explicada, análisis de colinealidad, análisis de no linealidad, análisis de cardinalidad, análisis de la importancia de las variables independientes y finalmente una regresión lineal múltiple, se obtiene un score que califica a los nuevos clientes. Ing. Matemático José Alberto Islas López

#### **Ecuaciones Euler-Lagrange y análisis dinámico de dos modelos de crecimiento económico. (CAR)**

*Shaní Eneida Angélica Alvarez Hernández, José Antonio García Rodríguez, Jose Alberto Islas Lopez (penny-j10@hotmail.com)*

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar dos modelos de crecimiento económico y analizar las implicaciones de diversos factores tales como la producción, el consumo y la deuda en el crecimiento. En primera instancia se analiza la formulación básica del modelo Neoclásico, un modelo de crecimiento económico basado en el análisis de optimización del consumidor de Ramsey, Cass y Koopmas. El modelo acepta el efecto de la acumulación del capital físico sobre el crecimiento económico, pero a su vez incorpora el problema de la optimización de la utilidad presente. En segundo lugar, se analiza un modelo de crecimiento económico endógeno que incorpora la deuda pública, el cual tiene como propósito fundamental discutir la sostenibilidad de la deuda pública, y que estudia los efectos sobre el crecimiento y el bienestar de diferentes políticas de deuda. Es decir, se evaluará un modelo de crecimiento económico que analiza los efectos de la deuda pública y busca especificar bajo qué condiciones una trayectoria dada de deuda pública es sostenible. De igual forma se presenta la estructura del modelo y se realiza un análisis matemático detallado, efectuando asimismo el análisis de estabilidad de las soluciones. Finalmente, en cada sección se ofrecen las conclusiones particulares obtenidas a partir de este trabajo de investigación.

#### **Modelo de la explotación de un yacimiento petrolero desde el punto de vista de la teoría de opciones. (CAR)**

*Haydee Andrea Martinez Bernal, Mayra Núñez López (haydeemtzb1@hotmail.com)*

En este trabajo presentamos el planteamiento de un modelo para simular la explotación de un pozo petrolero visto como una oportunidad de inversión con fecha de vencimiento para su ejercicio. Esto nos permite modelarlo como una opción americana, cuyo objetivo es maximizar la función valor (valor de la reserva), que de acuerdo al problema, está compuesto por varias etapas entre ellas la valoración y la explotación del yacimiento. Tomando en cuenta la tasa de rendimiento y la dinámica del precio en el mercado, presentamos una aproximación numérica del modelo a partir de la ecuación de Black-Sholes.

## **Teoría de Números y aplicaciones**

#### **Densidad de Chebotarev. (CAR)**

*Carlos Daniel Reyes Morales, Martha Rzedowki Calderón, Myriam Rosalía Maldonado Ramírez (mcenigm@gmail.com)*

En este trabajo se presenta una demostración del teorema de densidad de Chebotarev. Este teorema generaliza el teorema de Dirichlet sobre la densidad de los números primos en una progresión aritmética; se introducen algunos conceptos y propiedades básicas del álgebra, de la teoría algebraica de números, de la teoría de campos de clases, además de las L-Series de Dirichlet y de las progresiones aritméticas. Detallaremos la forma de proceder para la demostración del teorema principal. El propósito del presente trabajo es obtener una mayor comprensión de las características que presentan los ideales primos en extensiones de campos numéricos.

**Soluciones en los enteros de Eisenstein-Jacobi para un problema de quinto orden.** (CAR)

Luis Gustavo Santiago Bonifaz, Russel Aaron Quiñones Estrella, Linett Anahí Pimentel Castro (saxofon18\_34@hotmail.com)

Una famosa pregunta abierta es la solución en enteros positivos de  $w^5 + x^5 = y^5 + z^5$ . Aunque no es la solución general para números enteros, damos un conjunto infinito de soluciones con  $w, x$  enteros donde el lado derecho  $y, z$  son enteros Gaussianos. También damos un conjunto infinito de soluciones donde ahora todos son enteros Gaussianos. En este poster se verá la misma pregunta pero, en lugar de usar enteros Gaussianos, trabajándola con enteros de Eisenstein-Jacobi, esperando obtener resultados similares a lo antes dicho.

**Primos de la forma  $p = x^2 + ny^2$ .** (CAR)

Rodolfo Emilio Montes de Oca Osornio (emilio.montesdeoca@cimat.mx)

Entender a los números primos es uno de los problemas más antiguos en matemáticas. El cartel propuesto expondrá desde una perspectiva histórica el estudio que surge de la pregunta "Dado un natural  $n$ , ¿qué primos  $p$  puedo escribir de la forma  $p = x^2 + ny^2$ ?". En cada sección expondré a los personajes que desarrollaron teoría relacionada con el tema, sus resultados más importantes y en algunos casos la motivación detrás de ellos. Ejemplos de esto son el descubrimiento de la ley de reciprocidad cuadrática, con Euler, el desarrollo de teoría de formas cuadráticas y teoría de género con Legendre y Lagrange y reciprocidad cúbica, bicuadrática, etc. con Gauss, culminando con teoría de campos de clases. En cada sección se mencionarán también las dificultades para entender el proceso a distintas  $n$ 's, así como algunos comentarios históricos relevantes. Finalmente, se enunciarán de manera breve algunas herramientas modernas que se usan para terminar de solucionar el problema, así como los nombres de los matemáticos que hicieron un aporte significativo (entre ellos Hilbert, Kummer, Dedekind). Las referencias en las que basaré mi cartel son: *An introduction to number theory* de Godfrey Hardy y Edward Wright *Number Theory 1: Fermat's dream* de Kazuya Kato, et al.

**Teorema chino del residuo.** (CAR)

Victoria Orozco Vidal, Yadira del Carmen Gallegos Diaz (kivi.vov@gmail.com)

Muchas veces se nos presentan problemas en los cuales tenemos que encontrar un número que tiene resto prescrito cuando es dividido por dos o más módulos lo cual hace que encontrar la solución a estos no sea tan sencilla. Dicho tipo de problemas los podemos encontrar en acertijos chinos, como es el caso de la adivinanza típica de la canasta con huevos que puede ser enunciada de la siguiente forma. "Hay una cierta cantidad de huevos en una canasta. Esa cantidad es tal que si extraemos los huevos desde la canasta en grupos de 2, 3, 4, 5 y 6 siempre sobra uno, pero si los extraemos en grupos de 7 huevos al final no queda ninguno en la canasta". Pero afortunadamente para resolver este tipo de acertijos o incluso problemas en los que tenemos módulos muy grandes podemos utilizar un resultado importante de teoría de números, el cual explicaremos en este cartel. Tal resultado es el teorema chino del residuo, el cual fue publicado en el siglo III por el matemático Sun Tzu, para resolver congruencias de grados mayores que uno.

**Propiedades de las  $p$ -extensiones elementales abelianas.** (CAR)

Jonny Fernando Barreto Castañeda (jfbaretoc@unal.edu.co)

Se presentan varias propiedades para una  $p$ -extensión elemental abeliana sobre el cuerpo de funciones racionales  $k = \mathbb{F}_{p^r}(T)$  con  $\mathbb{F}_{p^r}$  el cuerpo finito de  $p^r$  elementos,  $p$  un entero primo. Entre las propiedades a presentar están la ramificación, la inercia y la descomposición de los lugares asociados al cuerpo  $k$ , el cálculo de índice de ramificación de dichos lugares utilizando las técnicas de Q. Wu y R. Scheidler en su artículo 'The ramification groups and different of a compositum of Artin-Schreier extensions' y de A. García y de H. Stichtenoth en 'Elementary Abelian  $p$ -extensions of algebraic function fields'. También se presentan varios ejemplos que ilustran los resultados presentados.

## Topología Algebraica

**El polinomio de Jones de un nudo.** (CAR)

Armando Jiménez Carrillo, Jair Remigio Juárez (armando\_jimenez92@hotmail.com)

El primer polinomio que se le asoció a un nudo fue definido en el año de 1928, por J. Alexander. Este polinomio en un principio se calculaba a partir de la matriz de Seifert asociada a un nudo pero en 1969, J. Conway introdujo una nueva forma de calcularlo definiendo ciertas "relaciones de madejas" que debía satisfacer el polinomio.

El segundo invariante del tipo polinomial asociado a un nudo fue descubierto en el año de 1984 por V. Jones, mientras trabajaba con algunas álgebras y operadores. El polinomio de Jones tiene la ventaja de que puede distinguir nudos que el polinomio de Alexander no puede y eso lo hace un invariante más poderoso que el polinomio de Alexander. Actualmente, al igual que con el polinomio de Alexander hay una forma de encontrar el polinomio de Jones a partir de ciertas "relaciones de madejas"; dicha forma está basada en el polinomio corchete propuesto por L. Kauffman.

El objetivo de este cartel es presentar cómo se calcula el Polinomio de Jones de un nudo  $k$  mediante el uso de relaciones de madejas.

**Teoría de Morse discreta.** (CAR)

*Beatriz Ramonetti Valencia* (beatrizramonetti92@gmail.com)

Se presenta un esquema general de las definiciones y teoremas principales en la Teoría de Morse Discreta (TMD), introducida por R. Forman (1998). Se abordan también algunos resultados en el contexto de filtraciones simpliciales y el cálculo de la homología persistente. Concluimos con análisis del costo computacional y ventajas del uso de herramientas de TMD en la filtración natural inducida por el complejo de Vietoris-Rips de una nube de puntos finita en un espacio métrico.

**Elementos de análisis topológico de datos y aplicaciones.** (CAR)

*Daniel Mora de la Cruz* (danymora11r@gmail.com)

Se presenta una introducción de las herramientas en topología algebraica utilizadas para el Análisis Topológico de Datos (ATD). También se muestra el análisis topológico de ciertos datos provenientes de simulaciones, como una aplicación al estudio de la dinámica del movimiento de sistemas de individuos que interactúan y evolucionan siguiendo ciertos modelos biológicos.

**Resolviendo polinomios con herramientas topológicas.** (CAR)

*Hannah Rocio Santa Cruz Baur* (dbaur.santacruz@cimat.mx)

Los primeros métodos para resolver las ecuaciones cuadráticas, se desarrollaron hace casi 4 milenios. Pero no fue hasta el siglo XVI, que se desarrolló un método para resolver la ecuación cúbica, y poco después para la ecuación de grado 4. Sin embargo, como bien sabemos, los métodos de resolución pararon ahí, pues a principios del siglo XIX se probó que los polinomios con coeficientes en los racionales de grado mayor a 5 no son resolubles por radicales. En los años 60 del siglo pasado, el profesor ruso, V.I. Arnold, presentó una prueba de este mismo teorema a sus alumnos de prepa. Usó herramientas más bien topológicas, accesibles a sus alumnos. El objetivo de mi ponencia, será presentarles estas herramientas, y usarlas para entender mejor a los polinomios que conocemos y amamos.

---

## Jueves 27 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 14:00 Hrs.

### Álgebra

#### Forma matricial de un complejo. (CAR)

Alan Andres Garcia Bustos, Jorge Samuel Manuel Camacho Orihuela (alanandresgarciabustos@gmail.com)

SIN RESUMEN

#### Una construcción del grupo $M_{\text{ext}}$ . (CAR)

César Fernando Venegas Venegas (cfvr.oct23@gmail.com)

El conjunto  $M_{\text{ext}}$  es presentado en “modular extensiones of unitary braided categorías que 2 + 1D topológicos/spt orders with symmetries” junto con algunas interpretaciones en física. En este póster se quieren presentar las nociones necesarias sobre categorías de fusión y categorías de fusión trenzada que nos lleven a la construcción del conjunto  $M_{\text{ext}}$ , así como a una demostración de que este conjunto es un grupo.

#### El algoritmo de búsqueda de google. (CAR)

Cinthy Basilio Gonzalez, Eliseo Sarmiento Rosales (cinthya\_ldb@hotmail.com)

Analizaremos el algoritmo de búsqueda de google a través de herramientas de álgebra lineal, demostrando la existencia del eigenvector llamado “pagerank” y su unicidad. Asimismo, exploraremos un método para calcularlo rápidamente aun para redes grandes.

#### Tratamiento matemático y metodológico de las fórmulas de Cardano-Tartaglia en la solución de la ecuación cúbica. (CAR)

Cristian Agustin Moreno Moreno, Armando Morales Carballo (naruto-cristian2010@hotmail.com)

Una ecuación de tercer grado o ecuación cúbica con una incógnita es una ecuación algebraica de grado tres que se puede poner bajo la forma canónica:  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ . Donde  $a, b, c$  y  $d$  ( $a \neq 0$ ) son números que pertenecen a un campo, comúnmente al campo de los números reales o el de los números complejos, aunque con frecuencia son números racionales. En el presente trabajo se describe la deducción de la fórmula para la solución de este tipo de ecuaciones según Cardano y Tartaglia:  $z = \sqrt[3]{-q/2 + \sqrt{q^2/4 + p^3/27}} + \sqrt[3]{-q/2 - \sqrt{q^2/4 + p^3/27}}$ . Se presentan algunos ejemplos de cómo usarla y a la vez se describe una propuesta de su enseñanza en el nivel pre y universitario, tal propuesta se sustenta en la teoría de la actividad. Concluyendo con lo mencionado se da por terminada la actividad para discutir algunos puntos sobre dicha fórmula.

### Análisis

#### Estimación de la norma de Hölder para la transformada de Hilbert en el análisis de Douglis. (CAR)

Yudier Peña Perez, Juan Bory Reyes, Martín Patricio Arciga Alejandre (ypenap88@gmail.com)

Sea  $\Omega \in \mathbb{C}$  un dominio de Jordan con frontera  $h$ -sumable. El objetivo principal de este trabajo será estimar la norma de una versión de la Transformada de Hilbert fractal sobre estos tipos de fronteras, en el contexto del Análisis de Douglis. Teniendo como antecedentes algunos trabajos, como son: [1] R. Abreu Blaya; J. Bory Reyes. *Holder norm estimate for the Hilbert transform in Clifford analysis*, Bull. Braz. Math. Soc. **41** (3), 389–398, 2010. [2] R. Abreu Blaya; J. Bory Reyes; J.M. Vilaire. *Holder norm of a fractal Hilbert transform in Douglis analysis*. Comm. Math. Anal. **16**, (2), 1–8, 2014. [3] R. Abreu Blaya; J. Bory Reyes; T. Moreno García, Y. Peña Pérez. *Analytic Riemann boundary value problem on  $h$ -summable closed curves*. Appl. Math. Comput. **227**, 593–600, 2014. Estos trabajos anteriores [1,2] realizan la estimación de la norma, cuando la frontera fractal es del tipo  $d$ -sumable. En el presente trabajo se pretende estimar esta norma cuando tenemos un tipo de frontera fractal más general, las  $h$ -sumables, fronteras que son introducidas en el trabajo [3].

**Grupo y álgebra de Heisenberg.** (CAR)

*Miguel Ángel Rodríguez Rodríguez* (herr-rodriguez@hotmail.com)

El grupo y el álgebra de Heisenberg son entes matemáticos presentes en una gran variedad de disciplinas como la teoría de ecuaciones diferenciales parciales, el análisis armónico o la mecánica cuántica, entre otras. En este cartel, dirigido a estudiantes de nivel superior en ciencias fisicomatemáticas, se explican algunas propiedades del grupo de Heisenberg  $\mathcal{H}$  de orden tres formado por todas las matrices cuadradas de orden tres de la forma

$$\begin{pmatrix} 1 & a & b \\ 0 & 1 & c \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad a, b, c \in \mathbb{R}.$$

Se tiene que este que es un grupo de matrices de Lie cuya álgebra de Lie  $\mathfrak{h}$  está conformada por todas las matrices reales de la forma

$$\begin{pmatrix} 0 & \alpha & \beta \\ 0 & 0 & \gamma \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{R}.$$

Se explica la estructura de  $\mathcal{H}$  y de su álgebra  $\mathfrak{h}$  y se presentan resultados conocidos e importantes tales como el comportamiento de las funciones exponencial y logaritmo y la fórmula de Baker-Campbell-Hausdorff y sus implicaciones en la caracterización de homomorfismos. La participación en el congreso es parcialmente apoyada por el proyecto IPN-SIP 20160733.

**Algunos resultados sobre la convergencia de integrales dobles impropias.** (CAR)

*Norma Alonso Monje, Francisco Javier Mendoza Torres* (alonsomonje@gmail.com)

Aplicando teoría sobre la convergencia de sucesiones dobles y sus iteradas, mostramos algunos teoremas sobre la existencia de integrales dobles impropias.

**Sobre la compacidad del operador integral de Fredholm.** (CAR)

*Emma Beatriz Hernández Bautista, Víctor Manuel Mendez Salinas* (amor\_ebhb180495@hotmail.com)

Los operadores lineales compactos son muy importantes para las aplicaciones, por ejemplo en la teoría de ecuaciones integrales y en diversos problemas de física matemática. Muchos operadores lineales en análisis funcional son compactos. La compacidad de este tipo de operadores es esencial en la teoría de Fredholm que fue motivadas por resolver la ecuaciones integrales de la forma

$$(T - \lambda I)x(s) = y(s)$$

donde

$$Tx(s) = \int_a^b k(s, t)x(t)dt$$

Aquí  $\lambda \in \mathbb{C}$  es un parámetro complejo,  $y$  y el kernel  $k$  son funciones dadas mientras que  $x$  es la función desconocida. Hilbert descubrió en 1912 que la solubilidad de (1), no dependía de la existencia de la representación integral de  $T$  en (1), únicamente se requiere que  $T$  en (1) sea un operador lineal compacto. En este trabajo mostramos una prueba de la compacidad del operador integral de Fredholm.

**Funciones hiperanalíticas en el sentido Douglis.** (CAR)

*Luis Antonio Mendoza Tejeida* (ze\_12321@hotmail.com)

En los últimos tiempos han sido varios los esfuerzos por desarrollar teorías análogas de funciones hipercomplejas basado en la aplicación de métodos analíticos y métodos complejos en el tratamiento de sistemas de ecuaciones diferenciales parciales de primer orden que constituyen generalizaciones del clásico sistema de ecuaciones de Cauchy-Riemann del análisis complejo. De los principales ejemplos de estas generalizaciones y que constituye el contexto del trabajo es la teoría de funciones hiperanalítica en el sentido Douglis, que representa una variante de la clásica ecuación de Beltrami.

**Teoremas de Punto Fijo para funciones definidas en espacios de Banach Ordenados y aplicaciones.** (CAR)

*Anel Vázquez Martínez, Juan Alberto Escamilla Reyna, Jacobo Oliveros Oliveros* (anel.martz@gmail.com)

En este cartel presentaremos algunos teoremas de Punto Fijo para espacios de Banach Ordenados y algunas aplicaciones a las Ecuaciones Diferenciales e Integrales. La guía para las aplicaciones serán los medelos de epidemiología.

**Interpretación electrostática de los ceros de algunas familias de polinomios ortogonales. (CAR)**

*Georgina Rojo De Anda, Luis Garza Gaona (gina.gina1@hotmail.com)*

Supongamos que tenemos  $n$  cargas unitarias localizadas sobre un intervalo de la recta real, sujetas al campo eléctrico de dos cargas positivas localizadas en los extremos de dicho intervalo. Es conocido que la posición de equilibrio del sistema (en este caso, la posición de las cargas tal que la energía total es mínima) corresponde a colocar las  $n$  cargas unitarias en las posiciones de los ceros de un polinomio ortogonal de grado  $n$ , asociado a una cierta medida con soporte en la recta real. En esta contribución, consideramos algunas generalizaciones de este problema que involucran nociones más generales de ortogonalidad.

**Comportamiento en la frontera de funciones armónicas. (CAR)**

*Blanca Yazmin Radillo Murguía (blanca\_murguia@ucol.mx)*

Se estudian aspectos relacionados con el comportamiento de valores en la frontera de funciones armónicas, incluyendo aspectos cuantitativos de oscilación, principios de comparación y algunos que se relacionan con la solución al problema de Dirichlet clásico.

**Problemas antiguos y resultados recientes para inversas generalizadas de operadores lineales. (CAR)**

*Víctor Manuel Méndez Salinas, Gabriel Kantún Montiel (vm-mendez@hotmail.com)*

Presentamos resultados recientes sobre generalizaciones de inversas externas como lo son: la inversa de Moore-Penrose, la inversa Drazin, la  $(p, q)$ -inversa de Djorjevic y wei, así como la inversa grupo. Algunos de estos resultados tienen aplicaciones que son útiles para matrices y operadores lineales acotados. Aunque la inversa interna y externa no son únicas, se sabe que en un espacio de Banach, la inversa externa de un operador lineal acotado es única si fijamos su rango y su espacio nulo, mientras que para la inversa interna, esto último no se cumple.

## Estadística

**Modelación jerárquica: Aplicación a la edad promedio de divorcio en México. (CAR)**

*Ana Gabriela Santanero Alatoma, Fernando Velasco Luna, Hugo A. Cruz Suárez, Francisco S. Tajonar Sanabria (ana\_gsa\_02@hotmail.com)*

En este trabajo se realiza un análisis estadístico de la edad promedio de las personas divorciadas en México, considerando como unidades de estudio a las 32 entidades del país durante el periodo 2005 al 2013; se analiza la edad promedio de las personas divorciadas identificando los patrones y tendencias a nivel entidad, también se lleva a cabo un análisis estadístico con estadísticas descriptivas, gráficos de caja y alambres y de líneas del tiempo para analizar la influencia del tiempo y del sexo en la edad promedio de divorcio. Los resultados muestran que existe variabilidad entre las entidades federativas respecto a la edad promedio de divorcio, así como también existe diferencia entre los años del periodo 2005-2013. Los resultados muestran que la mayor variación respecto a la edad promedio de las personas divorciadas es debida a las entidades federativas.

**Diseño y análisis de un experimento de uso eficiente de nitrógeno en maíz. (CAR)**

*Gloria Aragón Merino (gloriz123@gmail.com)*

En México el maíz es el cultivo de mayor importancia en la agricultura, se ha ubicado en el primer término a nivel mundial superando al trigo y al arroz. Este se cultiva en todas regiones geográficas del país y con diferentes niveles de tecnología, donde el uso de fertilizantes juega un papel fundamental para mantener la producción ya que estos insumos proporcionan los nutrientes que las plantas necesitan para su desarrollo y son los que representan mayor costo de producción. El nitrógeno (N) como fertilizante es un elemento importante para lograr rendimientos satisfactorios, sin embargo, el uso indiscriminado de N ha traído cambios negativos en el medio ambiente. El objetivo del estudio fue evaluar la respuesta morfológica de plántulas de maíz a la aplicación de niveles contrastantes de nitrógeno. En donde fueron estudiados cuatro cultivares de maíz sembrados en el estado de Puebla, a los 21 días de crecimiento bajo niveles contrastantes de nitrógeno. En el análisis se utiliza el método de componentes principales, con el propósito de determinar las características que permitan optimizar el uso de la información obtenida. Después se realiza un ANOVA para responder la pregunta a la existencia de diferencia en el efecto de tratamiento a los dos diferentes niveles de nitrógeno y a las cuatro variedades de maíz. Se ha trabajado considerando en el modelo lineal sólo la variable más importante en la explicación de la primera componente principal, en este trabajo se propone un modelo lineal considerando como variables predictoras, aquellas dos de mayor peso en a primera componente principal, ganando con ello el considerar una mayor variabilidad del fenómeno.

**Modelos estadísticos para el análisis de los tiempos de supervivencia en pacientes con cancer de mama. (CAR)**

José Daniel Maldonado Nuñez, Angélica Hernández Quintero, Netzahualcóyotl Castañeda Leyva, Silvia Rodríguez Narciso, Rogelio Salinas Gutiérrez (jose.lma.dani@hotmail.com)

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar herramientas estadísticas paramétricas que permitan estudiar los tiempos de supervivencia de los pacientes con cáncer de mama a partir del primer diagnóstico de la enfermedad. Asimismo se busca identificar cuáles son las características clínicas, en particular grado, lateralidad y número de tumores primarios de los pacientes con cáncer de mama que intervienen en mayor medida en la muerte de los pacientes para dar respuesta a un problema de salud pública. El análisis se realizó utilizando la teoría de supervivencia y se enfatiza a estudiar los modelos paramétricos, exponencial, Weibull, log-normal, log-logístico y Gompertz.

**El generador de distribuciones fiduciales de Engen y Lillegard. (CAR)**

Fernando López Casaux, Addy Margarita Bolívar Cimé, Edilberto Nájera Rangel (fernando\_casaux@hotmail.com)

Engen y Lillegard (1997) propusieron un método para obtener muestras condicionales de una distribución dada una estadística suficiente  $T = t$ . Aunque Lindqvist et al (2003) probaron que el método no es válido en general, posteriormente Lindqvist y Taraldsen (2005) demostraron que sí es válido bajo condiciones fuertes pero no inusuales. También observaron que del método se deriva un generador de una distribución fiducial del parámetro, aun si no existe una pivotal en el sentido clásico. En este trabajo se presenta dicho generador, el cual es ilustrado con varios ejemplos. **Referencias:** [1] Engen, S. and Lillegard, M. (1997). *Stochastic simulation conditioned on sufficient statistics*. *Biometrika* **84** (1), 235–240. [2] Lindqvist, B. H., Taraldsen, G., Lillegard, M., and Engen, S. (2003). *A counterexample to a claim about stochastic simulations*. *Biometrika* **90** (2), pp. 489–490. [3] Lindqvist, B. H. and Taraldsen, G. (2005). *Monte Carlo conditioning on a sufficient statistic*. *Biometrika* **92** (2), 451–464.

**Formas cuadráticas de procesos empíricos para el problema de dos muestras en Análisis de Datos Funcionales. (CAR)**

Roberto Bárcenas Curtis, Adolfo Quiroz Salazar, Joaquín Ortega Sánchez (roberto.barcenas@cimat.mx)

En este trabajo se considera el uso de formas cuadráticas asociadas a procesos empíricos para tratar el problema de dos muestras en el contexto de análisis de datos funcionales. Es decir, dados dos conjuntos de observaciones funcionales, la metodología formulada permite probar si tienen la misma distribución. A través de un enfoque moderno de procesos empíricos se establece la convergencia de la familia de estadísticos propuestos a un límite chi-cuadrada bajo condiciones de entropía métrica y de suavidad de los datos funcionales. La relevancia y el desempeño de nuestro enfoque se presenta en un ejercicio de simulación y en aplicaciones en Oceanografía, tales como el contraste de densidades espectrales y la comparación de registros de olas marinas.

**Variables que influyen en el consumo de drogas, alcohol o tabaco en estudiantes de bachilleratos públicos de Chilpancingo Guerrero. (CAR)**

Eduardo Pérez Castro, Elisa Martínez Azoños, David Alejandro Ozuna Santiago, Flaviano Godínez Jaimes, Ramón Reyes Carreto, María Guzmán Martínez (lalopezcastro@gmail.com)

La adolescencia es una etapa de la vida en la que los jóvenes intentan reafirmar su independencia, y lo hacen resaltar rechazando la escala de valores de sus padres. No es de sorprender que la adolescencia es la época más frecuente de experimentación con drogas que incluyen el tabaco y el alcohol. Los principales estudios que se han realizado para la población adolescente indican que el consumo de alcohol, tabaco y marihuana ha ido en aumento. También se reafirma la tendencia a una igualación en el consumo entre los sexos en edades más bajas que van de 15 a 17 años (Hemero, 2003). El objetivo del presente trabajo es analizar la relación de factores interpersonales como el uso del tiempo libre, relaciones con los amigos, disponibilidad de drogas con el consumo de drogas en estudiantes de bachillerato públicos de Chilpancingo, Guerrero.

**Modelación de preguntas sensitivas de tipo binomial, multinomial y ordinal. (CAR)**

Deisy Lozano Salado, Flaviano Godínez Jaimes, Ramón Reyes Carreto, María Guzmán Martínez (lozanosaladodeisy@hotmail.com)

En muchas encuestas es común realizar preguntas sensitivas, es decir preguntas respecto a atributos que no son aceptables para la sociedad, tales como realizar un aborto ilegal, consumir sustancias ilegales, entre otras. Cuando se hace la pregunta directa es de esperar que no se reciba una respuesta honesta. Warner en 1965 propuso la técnica de la respuesta aleatorizada (TRA) que permite la protección del entrevistado y determinar si el entrevistado pertenece o no al grupo sensitivo (A o AC). Otros diseños han sido propuesto para mejorar el desempeño de la TRA como son la respuesta forzada (Boruch,1971; Fox y Tracy 1986), respuesta disfrazada (Kuk,1990) y pregunta no relacionada (Greenberg, Abul-Ela y Horvitz, 1969; Greenberg et al., 1971). La respuesta aleatorizada puede ser usada como variable explicatoria en un modelo o puede ser la variable respuesta en un modelo (Graeme, Kosuke & Yang-Yang, 2015). En este trabajo se presenta una revisión y propuesta de desarrollos similares para el caso en que la pregunta sensitiva divide a los individuos en tres grupos nominales u ordinales. Graeme Blair, Kosuke Imai & Yang-Yang Zhou (2015) Design and Analysis of the Randomized Response Technique, *Journal of the American Statistical Association*, 110:511, 1304-1319, DOI:10.1080/01621459.2015.1050028.

Jong-Min Kim & William D. Warde (2005) Some New Results on the Multinomial Randomized Response Model, *Communications in Statistics - Theory and Methods*, 34:4, 847-856, DOI: 10.1081/STA-200054378

#### **Cervicalgia en el uso de Dispositivos Electrónicos en la FCC, FIQ y FCFM.** (CAR)

*Martha Patricia Velasco Romero, José Dionisio Zacarías Flores, Miguel Ángel Corro Hernández, Flor Angélica Trinidad Torres, José Daniel Alcázar Aguilar, Elizabeth Bañuelos Aguilar (hypaty@hotmail.com)*

Se presentan los resultados estadísticos de los alumnos que padecen la Sintomatología de Cervicalgia. El uso excesivo de los dispositivos móviles, actualmente se ha convertido en un grave problema para jóvenes y algunos adultos, ya que es causante de algunos síndromes que afectan la salud entre ellos la Cervicalgia. la cual se ocasiona por el uso excesivo de aparatos electrónicos, en combinación con una mala postura corporal al momento de manipular los mismos.

#### **Modelación empírica de crecimiento de tumores usando estadística bayesiana.** (CAR)

*Carlos David Marquez Landa, Flaviano Godínez Jaimes, Ramón Reyes Carreto, María Guzmán Martínez (cdmarquez06@gmail.com)*

A pesar de la complejidad interna, la cinética del crecimiento tumoral sigue leyes relativamente simples que se pueden expresar mediante modelos matemáticos. Un modelo empírico general para estos fenómenos es el Modelo Biparamétrico Generalizado (MBG) que depende de cuatro parámetros  $a, b, \alpha, \beta > 0$

$$V' = aV^\alpha - bV^\beta.$$

El modelo supone que la tasa de cambio del volumen es una diferencia entre la tasa de proliferación y la tasa de degradación. El MBG incluye a tres de los modelos más usados: el Logístico, Gompertz y Bertalanffy. Los datos del crecimiento de tumores pueden presentar el problema de varianza no constante, es decir, la variabilidad incrementa con el tiempo. En este trabajo se generaron datos mediante la solución del Modelo Logístico Generalizado (MLG) que depende de tres parámetros  $a, b > 0$  y  $\beta > 1$

$$V' = aV - bV^\beta,$$

agregando un error aleatorio  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$  y para generar la heterocedasticidad se multiplicó el error por el tiempo elevado a una potencia  $\nu$ . Se generaron dos casos; el Caso 1 con  $\beta = 1.4$  y el Caso 2 con  $\beta = 1.6$ , en ambos casos  $a = 0.5$  y  $b = 0.04$ . En estos escenarios se propusieron estimadores bayesianos para los parámetros de los tres modelos clásicos (Logístico, Gompertz y Bertalanffy) y el MLG, y se compararon mediante criterios de información, suma de cuadrados de predicción, error de predicción y factor bayes. Finalmente los estimadores bayesianos se utilizaron para analizar datos experimentales.

## Física Matemática

#### **Geometría de hipersuperficies de energía constante.** (CAR)

*Roger Ivan Vazquez Magariño, Pavel Castro Villarreal, Ximena Margarita Moreno Ruíz (roger.vazquez.699@gmail.com)*

Se estudia la geometría de la hipersuperficie de energía constante de un sistema de  $N$  partículas interactuantes en una dimensión. En particular, se estudia el comportamiento de la curvatura Gaussiana y la curvatura media de la hipersuperficie para ciertos potenciales de interacción. Además, por su conexión con la formulación microcanónica de la mecánica estadística, se presenta una fórmula para el área de la hipersuperficie.

#### **El analema y la ecuación del tiempo.** (CAR)

*Rogelio Cruz Romero (rogeliocrom@gmail.com)*

El Progreso de la Tierra alrededor del Sol varía durante el año. La declinación de la Tierra con respecto con su órbita y la trayectoria elíptica de esta, hacen que la duración del día solar varíe durante el año. Estas variaciones se pueden describir mediante la ecuación del tiempo. Si observamos la posición del sol durante un año a una hora determinada, veremos que se forma una curva parecida a un 8 alargado; este fenómeno es conocido como analema. En esta trabajo se presenta un análisis del fenómeno en la Tierra, se realiza un análisis de su curvatura y se estudia su relación con la ecuación del tiempo. Con base en este análisis se observó cómo la curva del analema puede explicar la variabilidad de la duración de los días solares.

#### **Susceptibilidad magnética anisotrópica en coloides esféricos rígidos cuadrupolares.** (CAR)

*Yanneli Vásquez Jiménez, Roberto Ramírez Sánchez (linneya.18.06@gmail.com)*

Los momentos multipolares eléctricos y magnéticos y las polarizaciones en los cristales coloidales son cantidades importantes en el estudio de fenómenos ópticos no lineales, electrostáticos y magnéticos. Dependiendo de los propósitos de la investigación varias

definiciones diferentes de momentos multipolares y las interacciones multipolares se utilizan en la literatura. Utilizamos el modelo de interacciones a pares para calcular la susceptibilidad magnética anisotrópica de coloides esféricos rígidos cuadrupolares, controlado por un campo externo. Los resultados expresan la susceptibilidad magnética anisotrópica como función del parámetro de orden dos, con un momento cuadrupolar incrustado en su centro de masa y es controlado por un campo externo. El parámetro de orden es determinado mediante la teoría de Landau-de Gennes para la transición de fase isotrópica-nemático [1]. El estado de equilibrio es proporcionado por la ecuación de Smoluchowski. El parámetro de orden dos describe de manera nemática al cuadrupolo y su consiguiente susceptibilidad magnética. Observamos también la inversión de magnetización. Esto da acceso a nuevos fenómenos que se pueden utilizar en la tecnología. **Referencia:** [1] R. Ramirez-Sánchez, H. Ruiz-Estrada and O. Alarcón-Waess, Chem. Phys. Letts, 566, 320(2013).

#### **Función generadora de momentos del oscilador armónico cuántico. (CAR)**

*María Guadalupe Frías Palos (mgfp88@hotmail.com)*

Se calculan las funciones Generadoras de momentos  $m(t) = E[\exp(tx)]$  para el Oscilador armónico, debido a que este es uno de los problemas más importante de la Mecánica Cuántica. Se hace una comparación del método de la función generadora de momentos con respecto a los métodos en los que se utilizan los operadores de ascenso ( $a+$ ) y descenso ( $a-$ ), así como del cálculo directo del valor de expectación de  $x$  a la  $n$  (esperanza de  $x$  a la  $n$ ). Se observa que es más conveniente utilizar la Función Generadora de momentos para el calculo de momentos respecto del origen y momentos respecto de la media, que utilizar los métodos utilizados comúnmente en Física Cuántica.

#### **Aplicaciones de diseños esféricos en física matemática. (CAR)**

*Christian Louis Hanotel Pinzón, Jorge Javier Hernández Gómez (hanotel@ciencias.unam.mx)*

Los diseños esféricos, que son conjuntos discretos en la esfera que promedian de manera exacta polinomios homogéneos hasta cierto grado, aparecieron por primera vez en 1973 y han sido ampliamente estudiados por su interés en combinatoria algebraica, sin embargo, recientemente han tenido un creciente interés por sus aplicaciones en diversas áreas de la física. En este trabajo se presentan algunos ejemplos de aplicaciones que han tenido lugar en el campo de física molecular, electromagnetismo y algunos resultados en el contexto de estados de espín anticoherentes. Para un entendimiento mayor del tema para la mayoría del público se ha preparado una introducción sencilla al tema de los diseños esféricos con ejemplos sencillos.

## Matemática Educativa

#### **Matemáticas un juego divertido. (CAR)**

*Citlalin Aurelia Ortiz Hermosillo (caliortiz13@gmail.com)*

Matemáticas, un juego divertido. Es una ponencia , donde los participantes tomaran el papel de alumnos y aprenderán estrategias aplicables a Matemáticas a través de juegos. Las actividades son basadas en los temas del programa oficial marcado por la SEP y son aplicables para la educación básica y media superior. Entre las actividades a desarrollarse en la ponencia esta:

- La regla mágica.
- El arte de los polinomios.
- La lotería de los ángulos.
- La Poliedros.
- ¿Qué es pi?
- Las fracciones a través de juegos y manipulando objetos es más fácil aprender.

#### **Una estrategia de formación en futuros docentes de matemáticas. (CAR)**

*Leidy Hernández Mesa, Mario García Salazar, Gricelda Mendivil Rosas, Anamaresah Yissell Peña Cantua (leidyhm@uabc.edu.mx)*

El trabajo presenta una estrategia metodológica aplicada a estudiantes/futuros docentes, de sexto semestre de la Licenciatura en Docencia de la Matemática de la Facultad de Pedagogía e Innovación Educativa de la universidad Autónoma de Baja California, durante el 2014-2 y 2015-1, en la asignatura de Diseño de Actividades Didácticas en Matemáticas (DADM), quienes por la práctica profesional realizada en sexto semestre permiten evidenciar la estrecha relación entre la práctica docente y el aprendizaje de las matemáticas durante la formación de un maestro. La relación bilateral alumno-docente demuestra cada vez más su fortaleza en el ambiente educativo diario, así como la relación alumno-alumno, en que se manifiesta un ambiente de aprendizaje colaborativo que busca el crecimiento y enriquecimiento cognitivo en éstos, desarrollando a su vez la competencia de trabajar en equipos. Estas interacciones deben existir sin limitar los propios alcances, permitiendo que ambas partes sean competentes y así puedan enseñar

o aprender matemáticas. La estrategia se desarrolla a través de varios momentos los cuales inician en el instante de la asesoría a alumnos del mismo nivel educativo, de nivel secundaria o de preparatoria, y continúan en la misma clase de DADM cuando el docente genera una problemática que pretende iniciar un desequilibrio cognitivo en los futuros docentes, para con ello provocar un momento de análisis, reflexión y trabajo colegiado que apoyará a dicho docente en formación a vivenciar cómo trabajar sus áreas de oportunidades. Cada momento de la estrategia la convierten en una metodología de enseñanza que busca que el estudiante/futuro docente de matemáticas detecte sus áreas de oportunidades desde su formación y refuerce desde la guía/asesoría del docente de didáctica o materias afines cómo profundizar en el contenido matemático, cómo analizar el cómo aprende nuestros educandos y el cómo diseñar el proceso de enseñanza sin descuidar el contexto, los estilos de aprendizaje y la diversidad socio-económica-cultural-política que se encuentra inmersa dentro de los sujetos que son parte del proceso enseñanza-aprendizaje. Se busca analizar y describir cómo se va dando el aprendizaje en los estudiantes de la Licenciatura en Docencia de la Matemática, así como la importancia de llevar al futuro docente de matemáticas a un nivel de desequilibrio cognitivo que le despierte la necesidad de profundizar en aquello que debe enseñar. Para ello se trabaja de forma constante durante los ciclos semestrales 2014-2 y 2015-1 con el docente de la asignatura de Diseño de Actividades Didácticas en Matemáticas (DADM). En el 2014-2 desde la propia asignatura y durante el 2015-1 con el seguimiento en su segundo semestre de prácticas profesionales para poder evidenciar el crecimiento y reflexión que realiza el futuro docente.

#### **Uso de material didáctico interactivo de Cálculo integral para el IEBO. (CAR)**

*Nelson Blanco Guzmán, Roberto Rosales Flores (rrosalesf@hotmail.com)*

Con este Proyecto, se investiga el impacto que producirá en el proceso de enseñanza aprendizaje de temas de Cálculo Integral, la utilización de material didáctico interactivo desarrollado para tal fin, en el Instituto de Estudios de Bachillerato del Estado de Oaxaca (IEBO). Los temas abordados por este material didáctico interactivo son "Sumas de Riemann", "Integral definida" e "Integral indefinida". Se realizó un estudio sobre materiales didácticos educativos relacionados con los contenidos abordados, luego se elaboró un prototipo utilizado para la enseñanza y el aprendizaje del tema "Integral Definida".

## Viernes 28 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 14:00 Hrs.

### Matemática Discreta

#### Apareamientos policromáticos. (CAR)

Citlali Maryuri Olvera Toscano, Jesús Leños Macías (tali-mar\_@hotmail.com)

Una coloración por aristas de una gráfica  $G$  es  $k$ -acotada si cada color es usado por a lo más  $k$  aristas. Si todas las aristas de  $G$  tienen diferente color, entonces  $G$  es policromática. El número de sub-Ramsey  $sr(G, k)$  de una gráfica  $G$ , es el entero positivo más pequeño  $m$  tal que toda coloración por aristas  $k$ -acotada de  $K_m$  contiene una subgráfica policromática isomorfa a  $G$ . Por otro lado, el número de Ramsey  $r(G, k)$  es el entero positivo  $m$  más pequeño tal que toda coloración por aristas de  $K_m$  con  $k$  colores contiene una subgráfica monocromática (con todas sus aristas del mismo color) isomorfa a  $G$ . Por lo tanto, los números de sub-Ramsey son, en este sentido, duales a los números de Ramsey. En 1986 Alspach et al. estudiaron el número de sub-Ramsey para el caso de las gráficas completas y obtuvieron que  $\Omega(kn) \leq sr(K_n, k) \leq O(kn^3)$ . Estas cotas fueron mejoradas por Montellano et al. en 2004 como sigue:  $\Omega(n^{3/2}) \leq sr(K_n, k) \leq O(n^2)$ , para  $k$  fija. En el presente trabajo centramos nuestra atención en la estimación del número de sub-Ramsey  $sr(G, k)$  para el caso en que  $G$  es un apareamiento de tamaño  $n$ , y obtuvimos que  $2n \leq sr(M, r) \leq \max\{4n + 1, 2n + 1 + \sqrt{2n(k-1)}\}$ , lo cual implica que  $sr(M, k) = \Theta(n)$  para  $k$  fija.

#### Los grafos y algunas aplicaciones a situaciones reales. (CAR)

Jesús Miguel Carrillo Marrufo (mig\_c9@hotmail.com)

La teoría de grafos tiene sus inicios con el problema de los siete puentes de Königsberg, resuelto por Leonhard Euler en el siglo XVIII. Actualmente es un campo de estudio de las matemáticas y de las ciencias de la computación. Un grafo es una terna ordenada  $(V(G), E(G), F_G)$  consistente de un conjunto no vacío  $V(G)$  de vértices, un conjunto  $E(G)$  de aristas, y una función incidente  $F_G$  que asocia a cada arista de  $G$  un par ordenado de vértices de  $G$ . Se darán a conocer las definiciones básicas de la teoría y los principales resultados, para posteriormente presentar algunos problemas reales que pueden abordarse usando técnicas desarrolladas en dicha teoría.

#### Sobre el número de pendientes determinadas por un conjunto de puntos en el plano. (CAR)

Yesenia Zapata Gómez, Esther Stephania Hernandez Pérez (yeseniazapataa1@gmail.com)

El famoso problema sobre configuraciones de rectas propuesto por Sylvester en 1893: "Considérese un conjunto finito de puntos en el plano con la propiedad de que la recta que pasa por dos puntos cualesquiera contiene a un tercero. ¿Deberían estar todos los puntos sobre una misma recta?" No está claro si Sylvester tenía una demostración, pero la solución publicada en la Educational Times no fue satisfactoria. Unos cuarenta años más tarde Tibor Gallai dio una solución correcta a la forma contrapuesta propuesta por Paul Erdős: "Si un conjunto finito de puntos en el plano no está sobre una línea recta, entonces hay una recta que pasa por exactamente dos puntos". Después de la demostración de Gallai surgieron otras con diversas técnicas. Una de las consecuencias del problema de Sylvester es el famoso resultado debido a Paul Erdős y Nicolaas G. de Bruijn. **Teorema:** Sea  $P$  un conjunto de  $n \geq 3$  puntos no alineados en el plano. Entonces el conjunto  $L$  de rectas que pasan por al menos dos puntos contiene al menos  $n$  rectas. Como consecuencia surge el problema de la pendiente sobre el número de pendientes que determinan  $n$  puntos en el plano no alineados. Analizado por muchos y dando como resultado el siguiente **Teorema:** Si  $n \geq 3$  puntos en el plano no están alineados, entonces determinan al menos  $n - 1$  pendientes diferentes, verificándose la igualdad sólo si  $n$  es impar y  $n \geq 5$ . El objetivo de este cartel es entender una demostración del teorema de la pendiente Así como mostrar algunas de las famosas configuraciones dadas por Jamison y Hill. Se analizará una demostración mediante la reducción a un modelo combinatorio eficaz (debida a Eli Goodman y Ricky Pollack) y a un bonito argumento con el que Peter Ungar completó la demostración en 1982. **Referencias:** Martin Aigner, Günter M. Ziegler. El libro de las demostraciones. Nivola (2005). Bernardo Ábrego Lerma. El Teorema de Sylvester. Misc. Mat. Soc. Mat. Mexicana **23** (1996), 17–26.

#### El Teorema Sylvester-Gallai. (CAR)

Esther Stephania Hernandez Perez, Yesenia Zapata Gómez (notengocorreo.hdezz@gmail.com)

El Teorema de Sylvester-Gallai: "Considérese un conjunto finito de puntos en el plano con la propiedad de que la recta que pasa por dos puntos cualesquiera contiene a un tercero. ¿Deberían estar todos los puntos sobre una misma recta?" Este es el famoso problema sobre configuraciones de rectas que se planteó Sylvester en 1893. Aparentemente Sylvester no tenía una demostración. Cincuenta años más tarde Tibor Gallai dio una solución correcta a la forma contrapuesta propuesta por Paul Erdős: "Si un conjunto finito de puntos en el plano no está sobre una línea recta, entonces hay una recta que pasa por exactamente dos puntos". Después

de la demostración de Gallai surgieron otras con diversas técnicas. El propósito de este cartel es exponer algunas de las diversas demostraciones dadas para el Teorema de Sylvester-Gallai. Teoremas de Sylvester-Gallai. En cualquier configuración de  $n$  puntos no alineados en el plano, existe una recta que contiene exactamente dos de los puntos. Entre las demostraciones que presentaremos, ciertamente se encontrará la primera prueba correcta, atribuida a Gallai. Asimismo, daremos la más sencilla demostración (y completamente euclidiana) aportada por L. M. Kelly. Finalmente, incluiremos una bonita demostración con rectas monocromáticas. Una interesante consecuencia del Teorema de Sylvester, es la solución del problema de la pendiente. **Referencias:** Martin Aigner, Günter M. Ziegler. El libro de las demostraciones. Nivola (2005). Bernardo Ábrego Lerma (1996). El Teorema de Sylvester. P. Borwein, W. O. J. Moser. A survey of Sylvester's problem and its generalizations. Aequationes Mathematicae 40 (1990).

#### **El Principio de Dirichlet.** (CAR)

*Mayra Lizeth Ramírez Herrera (lizi\_9633r@hotmail.com)*

El Principio de Dirichlet Sabemos que en las matemáticas siempre se busca resolver problemas de la manera más sencilla posible, ya que lo más sencillo resulta ser lo más útil. En este cartel presentaremos uno de los Principios que hace esto posible en combinatoria, el cual podemos ejemplificarlo con la siguiente afirmación: "si hay cinco dulces que se reparten entre cuatro niños, entonces a un niño le tocan al menos dos dulces". Una primera versión de este principio podemos enunciarla de la siguiente manera: "Si  $(n + 1)$  objetos se deben acomodar en  $n$  casillas, entonces en alguna casilla hay al menos dos objetos". Este resultado se conoce como el Principio de Dirichlet ya que fue utilizado en teoría de números por primera vez por el matemático alemán Peter Lejeune Dirichlet; sin embargo, también es conocido como el Principio de las casillas o el Principio de las palomas. Este principio no sólo se puede aplicar a teoría de números y combinatoria sino también en geometría. De igual manera este resultado ayuda a resolver problemas de existencia; de garantizar si dentro de una serie de hechos, ya sean finitos o infinitos, hay la certeza de que sucede una situación especial. Así, el principio es una afirmación puramente existencial y no da indicaciones de cómo llegar a la situación especial que se pide. Con esto podemos concluir que este principio es de vital importancia, por lo que resultará interesante y útil a aquellas personas que quizá no lo han escuchado e incluso a los que ya lo han oído mencionar.

#### **Optimización de flujos en semáforos.** (CAR)

*Fernando Ibarra, Dora Gabriela Flores Esparza, Virginia Flores Trujillo, Angélica Espino Silva, Lizbet Alamillo Sánchez, Jesús Leaños Macías (ferchoit@hotmail.com)*

El trabajo muestra el problema de la programación de semáforos donde se busca agilizar los flujos vehiculares reduciendo los embotellamientos. Para esto se propone un algoritmo basado en la construcción y análisis de una gráfica que representa las condiciones del sistema.

#### **El impacto del factor incertidumbre en la evaluación del riesgo.** (CAR)

*Benito Mendoza Chablé (fbenny\_mench@hotmail.com)*

La incertidumbre en la evaluación de riesgo puede originarse por distintas causas como son la falta de información, las diferencias en la evidencia, las simplificaciones o suposiciones hechas para hacer factible el análisis. El análisis de incertidumbre cualitativo, es esencial definir rigurosamente el punto final o el destino de la evaluación, en dos enfoques claramente diferentes usando el método Monte Carlo; uno el punto final con un valor fijo pero de valor desconocido, dos el punto final tiene una distribución desconocida de valores. La representación de incertidumbre para dar validez científica se necesita incluir la incertidumbre en la evaluación de riesgo para considerarla en la toma de decisiones; la evaluación de riesgo proporciona un valor simple como una estimación conservadora del riesgo, mientras que hoy se aceptan por lo general que en la caracterización del riesgo se requiere proporcional un mayor entendimiento de los métodos de estimación y de la incertidumbre involucrada en la estimación. La incertidumbre en cada etapa de la evaluación de riesgo se combina para generar un grado mayor de incertidumbre en la estimación final.

#### **La mejor versión de una canción en la guitarra.** (CAR)

*Vanessa Cárdenas (vane\_ss8@hotmail.com)*

Dado los acordes de una canción, existen distintas versiones para ejecutarla en la guitarra, a cada una de estas versiones se le asigna un peso (que representa el esfuerzo total de la ejecución), con esto se obtienen las versiones de peso mínimo, reduciendo considerablemente el número de versiones de la canción. En este trabajo se dará un criterio para reducir aún más este conjunto, dando como resultado la mejor forma de ejecutar la canción en la guitarra, siendo de peso mínimo y utilizando el mínimo número de trastes.

#### **Combinatoria de la probabilidad libre de tipo B.** (CAR)

*Adrián de Jesús Celestino Rodríguez ( )*

La Teoría de Probabilidad Libre es una teoría relativamente reciente, en la cual se consideran aspectos análogos a la probabilidad clásica pero en un contexto no conmutativo. Esta teoría tiene relaciones y aplicaciones en varias áreas de las matemáticas, siendo

la más importante la teoría de matrices aleatorias. Fue introducida por Dan Voiculescu en la década de los ochentas con el objetivo de atacar el problema de isomorfismo entre álgebras de von Neumann generadas por grupos libres. Más adelante en la década de los noventas, Roland Speicher mostró que la combinatoria de la probabilidad libre está gobernada por las retículas de particiones por particiones que no se cruzan. Los conjuntos de particiones que no se cruzan tienen un papel fundamental en la teoría de probabilidad libre (de tipo A). En particular, la independencia libre puede ser formulada a través de cumulantes en términos de particiones que no se cruzan, las cuales asociadas a grupos de Coxeter  $A_n$ . Por otra parte, Víctor Reiner introdujo un análogo de tipo B para la retícula de particiones que no se cruzan asociadas a grupos de Coxeter  $B_n$ . Presentamos una noción de probabilidad libre en la cual las particiones que no se cruzan de tipo B juegan el papel de las particiones que no se cruzan. Veremos la motivación de ella, la cual está basada en una herramienta algebraica llamada gráficas de Cayley, lo cual nos permite definir las nociones de espacio de probabilidad no conmutativo de tipo B e independencia libre de tipo B.

#### **Collares con cuentas que suman cero.** (CAR)

*Karen Jazmín López Castro, Alma Arevalo Loyola Denae Ventura Arredondo Amanda Montejano María Luisa Pérez Seguí Antonio* (karennz023@gmail.com)

Un  $k$ -bloque es un conjunto de  $k$  cuentas consecutivas del collar. Se presentan resultados positivos de la existencia de  $k$ -bloques de suma cero en collares bicoloreados con 1 y  $-1$  así como restricciones para tres - coloraciones agregando el color cero. Este problema se ha estudiado en el intervalo, pero sigue abierto en  $Z_n$ . En este trabajo presento coloraciones libres de  $k$ -bloques para algunas 3-coloraciones y un acercamiento al problema cuando en vez de bloques de tamaño  $k$ , nos fijamos en progresiones aritméticas de  $k$  elementos.

## Matemática Educativa

#### **Enseñanza del álgebra lineal mediante solución de problemas.** (CAR)

*Francisco Sánchez Mares, Jorge Alejandro Duron Silva* (vinculacionitpa@gmail.com)

La educación actual requiere de estrategias de enseñanza que desarrollen en los alumnos habilidades, actitudes y valores que les permita obtener una educación integral. En éste trabajo se presenta la aplicación del aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Álgebra Lineal. Los estudiantes emplearon la estrategia en la resolución de: a) Circuitos eléctricos; b) Transferencia de calor en una placa; c) Flujo de gases en ductos. Como resultado de la experiencia se observó en los alumnos motivación por transferir los conocimientos adquiridos en el aula a la práctica, mientras que el docente abandonó su papel para adoptar el de un asesor que se encargó de controlar el flujo de información y orientar los procesos de reflexión del estudiante.

#### **La historia como elemento motivador hacia el estudio de las matemáticas.** (CAR)

*Nohemi González Angel, Pablo Rodrigo Zeleny Vazquez* (gleznohemi14033@gmail.com)

En este trabajo mostramos el uso de la historia en la motivación hacia el estudio de las matemáticas. Damos algunos ejemplos de problemas históricos cuya solución ha conducido al desarrollo de las ramas de las matemáticas: probabilidad, algebra, geometría, cálculo diferencial. A través de la historia los alumnos pueden apreciar las técnicas modernas que son más efectivas que las iniciales, se les da rostro humano a las matemáticas. El objetivo es mostrar que la historia de las matemáticas es importante para los alumnos.

#### **Del método de exhaustión a la teoría clásica de integración: El uso de la historia de la matemática en su enseñanza.** (CAR)

*Carlos Williams Valeriano Salado, Gema Rubí Moreno Alejandri* (vasacw@gmail.com; alejandrigemath@gmail.com)

Entre las muchas aportaciones de los griegos al desarrollo de la Matemática Moderna se encuentran los métodos infinitesimales, de los cuáles el método de exhaustión-creado por Eudoxo de Cnido-aportó grandes ideas que culminaron en el desarrollo de la Teoría Clásica de Integración de Riemann y Darboux. La enseñanza del Cálculo Integral en el nivel medio superior tiene una característica predominantemente mecanicista, es decir, "tiende a centrarse en una práctica algorítmica y algebraica" desprovista de significados (Alanís y Soto, 2011). Por ejemplo, no se acostumbra considerar el método de exhaustión como una primera aproximación al concepto de integral como área bajo la curva. Más bien se prioriza hacer algunos cálculos de integrales y resolver ciertos problemas estereotipados. En conclusión, los estudiantes no logran comprender de manera satisfactoria los conceptos y métodos de pensamiento característicos del Cálculo (Artigue (1995) citado en (Alanís y Soto, 2011)). Esto genera una idea equivocada de las matemáticas y, por consecuencia, una actitud negativa hacia las mismas. La alternativa de implementar la Historia de la Matemática en la enseñanza de las matemáticas puede ser vista en palabras de Sierra (2000) "como un revulsivo contra el formalismo y el aislamiento del conocimiento matemático y un conjunto de medios que le permiten apropiarse mejor de dicho conocimiento. A la par para los alumnos la historia de las matemáticas debe preparar el terreno para un cambio de su visión sobre las mismas". El presente cartel aboga por esta alternativa al presentar el Método de Exhaustión como medio para preparar al alumno en la adquisición del concepto

de integral desde una perspectiva histórica. **Referencias:** Sierra, M., (2000) *El papel de la historia de las matemáticas en la enseñanza*. Publicado en: Martín, A., (2000), *Las matemáticas del siglo XX. Una mirada en 101 artículos*. Nivel libros y ediciones, S.L., pp., 93-96 De Faria, E., (2010) *Elementos de la historia del Cálculo Diferencial e Integral*. ALME 23, pp. 153-160. Alanís, J., y Soto, E., (2011) *La integral de funciones de una variable: Enseñanza actual*. ReCalc. Año 3. Recuperado de: [http://mattec.matedu.cinvestav.mx/el\\_calculo/data/docs/Alanis-Soto-9-14.pdf](http://mattec.matedu.cinvestav.mx/el_calculo/data/docs/Alanis-Soto-9-14.pdf)

#### **Sorprende la circunferencia de los nueve puntos.** (CAR)

Rosario Díaz Mojica, Magnolia Cabrera Morantes (picnicchayo21@gmail.com)

Lo que se presenta es una experiencia con alumnos de tercer grado de secundaria, a través del software que es geogebra, los alumnos conocerán propiedades del triángulos así como el uso del programa. Es de suma importancia que los niños conozcan mas acerca de lo que las propiedades para un uso adecuado de demostraciones. Palabras Clave: circunferencia, punto medio, ortocentro, circuncentro, baricentro, medianas, alturas, mediatrices. El cartel tiene como propósito principal presentar la relación que existe entre la recta de Euler y la circunferencia de los nueve puntos de un triángulo dado y las propiedades que se generan con otros lugares geométricos del mismo triángulo. Además de hacer una experiencia en clase sobre este tipo de temas, así como la importancia de que los alumnos de secundarias aprendan este tipo de propiedades. Lo que abarca el cartel es las experiencia de los alumnos al interactuar con este tipo de propiedades de los triángulos, mencionando que también se les enseñará lo que es el software de GeoGebra.

#### **Sistemas de ecuaciones lineales de $2 \times 2$ . Un estudio cognitivo en el nivel secundaria.** (CAR)

Luis Ángel Luna Mejía (luis\_luna92@hotmail.com)

El estudio y análisis del álgebra escolar en el nivel secundaria tiene múltiples líneas de investigación debido a las dificultades que se evidencian en los distintos tópicos de estudio dentro de ella; uno de ellos es el estudio del concepto de Sistemas de Ecuaciones Lineales, encontrándose que los alumnos memorizan y mecanizan un procedimiento para obtener solución, viéndose de esa manera la desarticulación del objeto SEL y su solución. De ahí que mi interés es la realización de una investigación de cómo los alumnos construyen el concepto de SEL en secundaria, con ayuda de la teoría APOE.

#### **Propuesta de un material didáctico para identificar dificultades en torno al concepto función matemática.** (CAR)

Claudia Ivette Hernández Quemada, Carolina Carrillo García, Nancy Calvillo Guevara (claudia\_81820@hotmail.com)

A partir de un análisis de investigaciones relacionadas con materiales didácticos y con el concepto matemático función, se observa la falta de materiales didácticos en el nivel educativo superior, asimismo, se confirma la problemática en torno a la enseñanza del concepto función. Ante ello, este trabajo se plantea como objetivo el diseño de un material didáctico para la verificación de la comprensión del concepto de función matemática en el nivel superior, mediante la identificación de errores de los estudiantes en su implementación. Tentativamente, la elaboración de este material se basará en la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD) de Brousseau (1986). El diseño del material consiste en una adaptación del juego de mesa Adivina quién, en el que los personajes habituales de este juego se intercambiarán por objetos propios del tema de funciones poniendo en juego el análisis de ciertas características y propiedades de este concepto. Se pretende implementar este material didáctico en las aulas de la Unidad Académica de Matemáticas, de la Universidad Autónoma de Zacatecas, con alumnos que cursen el segundo semestre de la Licenciatura en Matemáticas. Se espera que los resultados obtenidos, además de permitirnos observar las posibles dificultades en la comprensión de este concepto, nos brinden elementos que permitan mejorar el diseño propuesto.

#### **Los significados y usos potenciados por los profesores de bachillerato para el tema de la derivada. Un estudio desde sus planeaciones.** (CAR)

Jonatan adrian, Eduardo Carlos Briceño Solís, Judith Hernández Sánchez, Plácido Hernández Sánchez (jonhy38.jm@gmail.com)

Uno de los principales problemas en la planificación de un contenido matemático escolar para su clase, consiste en la buena organización de los significados que deben potenciarse en torno a un contenido matemático escolar y los usos que se hacen de él. Una forma de identificar estos significados es a través de un marco teórico metodológico de análisis de contenido en tres dimensiones: estructura conceptual, representación y fenomenología donde en esta última, se trata de dar evidencia de los usos del conocimiento que emplea el profesor de dicho contenido matemático escolar desde una postura Socioepistemológica. Es así como se presenta una propuesta de análisis de planeaciones respecto al tema de la derivada por profesores de matemáticas a nivel bachillerato del estado de Zacatecas. Para ello se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo los profesores desde sus planeaciones, dotan de significado y uso de la derivada en el nivel medio superior? Con esto se pretende reportar desde las planificaciones de clase, directrices de mejora para la enseñanza al tema de la derivada.

### Situaciones didácticas para la construcción de las hipótesis, la tesis y la demostración del Teorema del Valor Intermedio (Bolzano-Cauchy). (CAR)

Gabriel Herrera Alva (gab\_alva@yahoo.com.mx)

Este reporte de tesis trata acerca de la elaboración de situaciones didácticas para que el estudiante pueda construir las hipótesis, la tesis y la demostración del Teorema del Valor Intermedio de (Bolzano-Cauchy). Está dirigido para estudiantes del primer año de licenciatura en matemáticas o ingenierías. Consta de cinco tareas (prácticas) donde se trata de guiar al estudiante con un enfoque constructivista a la enunciación del TVI y su demostración. Las prácticas se apoyan con el uso del software Geogebra. Las metas: Primera meta: describir de manera intuitiva el concepto de "continuidad de una función real". Segunda meta: poder identificar cuándo una función es positiva, negativa y cero. Tercera meta: construcción de las hipótesis y la tesis del teorema. Cuarta meta: desarrollar el lenguaje simbólico necesario para la formalización del teorema. Quinta meta: demostrar el teorema.

### Diseño e implementación de una secuencia de aprendizaje con el uso del software Geogebra en la aplicación de la derivada. (CAR)

Gerardo Sandoval Luis, José Iván López Flores, Carolina Carrillo García (g\_sasasa@hotmail.com)

El objetivo de esta investigación es el diseño y aplicación de una secuencia de aprendizaje con el uso del software Geogebra. El marco teórico que se utilizará, muy tentativamente será el de representaciones semióticas, y a partir de ello, los antecedentes revisados y un adecuado aprendizaje y manejo del software Geogebra, se diseñará una secuencia sobre la aplicación de la derivada a nivel bachillerato. Una vez diseñada la secuencia se validará con un grupo para que después de los ajustes necesarios, se implemente con un grupo de estudiantes de bachillerato, a partir de los resultados se hará el análisis de los mismos y se llegará a las conclusiones de si es o no viable usar esta tecnología especialmente a la hora de la enseñanza del tópico mencionado.

### Uso instrumental de prototipos didácticos digitales en la enseñanza de las matemáticas de ingeniería. (CAR)

Miguel Ángel Espindola Lugo, Roque P. J. A.; Espindola Lugo, M. A., Trejo Trejo Y.; Uribe Mejía, A. K. (mespindola@hotmail.com)

Se expone el planteamiento de un proyecto de investigación con metodología de investigación mixta, en el cual se analizará el diseño e instrumentación de prototipos didácticos digitales aplicados en la enseñanza de la educación superior tecnológica, a través de un enfoque integral; fundamentado en el ámbito pedagógico-didáctico, en la innovación, la investigación y el uso de las TICs; con énfasis en el impulso del conocimiento y del desarrollo de competencias disciplinares. Supeditado al estudio de las Matemáticas en Ingeniería, a través de proyectos orientados en tres ejes, la solución de problemas, la demostración de fenómenos y al análisis de experimentos.

## Topología General

### Funciones que preservan la métrica. (CAR)

Sandra Velázquez Valencia, Miguel López de Luna, Gerardo Delgadillo Piñón (sandra.vquez@gmail.com)

Mediante la subaditividad y monotonía, logramos establecer que el conjunto de funciones cóncavas y las antiderivadas de las funciones continuas, constituyen una subclase de las funciones que preservan la métrica(M). Al emplear una caracterización de M, donde se utiliza la noción de terna triangular, demostramos resultados relativos a la continuidad de estas funciones. Proporcionamos un método para obtener una f que pertenece a M, a partir de una función perteneciente a M. Como consecuencia, verificamos que la función de Juza preserva la métrica. Demostramos la equivalencia entre la continuidad en  $[0, \infty]$  para las funciones en M.

### No es coincidencia que te enredes. (CAR)

Jorge Alberto Robles Hernández, Shalom Cristina Echazal Álvarez, Jair Remigio Juárez (robles\_hernandez96@hotmail.com)

Matemáticamente hablando, un nudo es una función continua e inyectiva  $k: S^1 \rightarrow S^3$ , donde  $S^1$  y  $S^3$  son las esferas de dimensión 1 y 3, respectivamente.

Se cree que K. F. Gauss fue el primer matemático que mostró interés en los nudos cuando estaba haciendo investigación en temas relacionados a la electrodinámica. Aproximadamente en 1873, 40 años después de Gauss, Lord Kelvin impulsó una teoría en la cuál se afirmaba que diferentes nudos correspondían a diferentes elementos químicos y viceversa. Tiempo después se probó que la teoría de Lord Kelvin era incorrecta y con ello se perdió por algún tiempo la idea de aplicar la teoría de nudos a la química y a la biología. En 1989 se descubrió que algunas moléculas de ADN estaban anudadas y, con ello, resurgió el interés de usar a la teoría de nudos como una herramienta para entender cuestiones químicas y biológicas.

En este cartel se presentarán las definiciones básicas de la teoría de nudos, así como también algunos de los conceptos de dicha teoría que se usan para modelar la molécula del ADN.

**Teoría de nudos: Movimientos Reidemeister.** (CAR)*Roberto Armando Contreras Moreno* (robertocontreras1820@outlook.com)

En este cartel trataremos las primeras y principales definiciones de esta teoría; dando mayor interés a los conceptos intuitivos. Indagaremos si dado un nudo y dos de sus proyecciones, ¿se puede llegar de una proyección a otra? Llegaremos a la respuesta dada por el matemático alemán Kurt Werner Friedrich Reidemeister.

**Axiomas de separación en grupos paratopológicos y semitopológicos.** (CAR)*Rubí Ali Vicente, Mikhail Tkachenko, Gerardo Delgadillo Piñón* (rubi.vicente.88@gmail.com)

En Álgebra Topológica, una de las áreas de constante evolución es el estudio de los grupos topológicos, paratopológicos y semitopológicos. En 1939, Pontryagin demuestra que cualquier grupo topológico que satisface el axioma  $T_0$  de separación es completamente regular. Es decir, todos los axiomas de separación, desde  $T_0$  hasta  $T_3 + 1/2$ , coinciden en grupos topológicos. En cambio, los grupos semitopológicos presentan una mayor diversidad en el comportamiento cuando se trata de axiomas de separación. En este trabajo, trabajamos con la categoría de grupos semitopológicos y definimos las reflexiones  $C$  para estudiar las propiedades de los grupos semitopológicos.

**Algunos teoremas de extensión equivariante.** (CAR)*Karla Yaneth Hinojosa Martínez* (mhky\_00@hotmail.com)

Dentro de la teoría equivariante de retracts es conocido que podemos encajar un  $G$ -espacio metrizable  $X$  dentro un espacio lineal normado, para el caso en que  $G$  es un grupo compacto; en base a esto, se pueden establecer algunos teoremas de extensión equivariante, por ejemplo en el caso no equivariante, el teorema de extensión Dugundji establece que cualquier subconjunto convexo de un espacio localmente convexo es un extensor absoluto para la clase de los espacios metrizable. En la presente charla se establecerá la versión equivariante de dicho teorema.

**Caracterización de las gráficas finitas.** (CAR)*Ana María Reyes Crispín, Fernando Macías Romero* (wyky.ana.rc@gmail.com)

En este trabajo presentaré algunos resultados para caracterizar las gráficas finitas. Trabajaremos con el orden para subconjuntos de espacios topológicos y con el concepto de número de desconexión de aquí obtendremos nuestro objetivo. Enunciaremos también propiedades de los continuos de Peano, de las cuales se a desarrollado conceptos importantes de arco conexidad para aplicarse a las gráficas finitas. También trataremos aspectos importantes de este tipo de continuos y algunas de sus propiedades.

**Topologizaciones de  $G$ -espacios.** (CAR)*Grecia Chávez Cisneros* (grecia.jy@hotmail.com)

Sea  $G$  un grupo infinito y  $X$  un  $G$ -espacio tal que  $X = Gx$  para cada  $x \in X$ , es decir,  $X$  es un  $G$ -espacio transitivo. Atendiendo a los trabajos de Banach y Protasov, veremos las condiciones bajo las cuales  $X$  admite topologías  $G$ -invariantes de Hausdorff no discretas, donde una topología es llamada  $G$ -invariante si la función  $x \rightarrow gx$  es continua para cada  $g \in G$ .

**Continuos y sus hiperespacios.** (CAR)*Karen Clemente, Fernando Macías Romero* (kcrobles20@gmail.com; fmacias@fcfm.buap.mx)

La teoría de continuos y la teoría de los hiperespacios constituyen dos grandes ramas de la topología, desde sus orígenes, tienen vínculos muy fuertes. En términos generales, la primera se encarga de estudiar las propiedades de los espacios métricos compactos y conexos. La segunda se dedica a estudiar ciertos subconjuntos distinguidos del conjunto potencia de un espacio, a los cuales se les asigna una métrica (conocida como la métrica de Hausdorff) y se les denomina hiperespacios. Ambas teorías han tenido un extraordinario desarrollo a lo largo de los últimos cien años, sin embargo, aún tienen muchos problemas por resolver. Cabe mencionar que en México, durante los últimos 20 años se ha estado trabajando en esta área, siendo Puebla uno de los estados con mayor influencia. En este trabajo, presentaremos ejemplos de continuos y algunas técnicas para la construcción de otros nuevos. Daremos el concepto de Hiperespacio y terminaremos con la ejemplificación de algunos modelos de hiperespacios.

**Juegos topológicos.** (CAR)*Gerardo Palafox Castillo, Ericka Fabiola Vázquez Alcalá* (palafox.794@hotmail.com)

La Teoría de Juegos tiene aplicaciones en diversas ramas de conocimiento dentro y fuera de las matemáticas, siendo de las más conocidas la Economía. Sin embargo, existen ramas en las cuales los métodos de la teoría de juegos nos permite obtener resultados teóricos. De este modo, el presente trabajo tiene como principal objetivo una exposición introductoria a los juegos topológicos, que

son juegos infinitos con información perfecta, y la aplicación de los mismos en Topología General. Se presentarán los conceptos básicos así como una selección de ejemplos clásicos reportados en la literatura, mencionando sus características y mostrando algunos resultados teóricos.

**Algunas propiedades básicas de los continuos de Peano.** (CAR)

*Mabel Priscila Martínez Sandoval, David Herrera Carrasco, Fernando Macías Romero (mabel.redrosse@gmail.com)*

Un espacio de Peano es un espacio métrico que es localmente conexo en cada uno de sus puntos. Un continuo de Peano es un espacio de Peano que es compacto y conexo. En este trabajo veremos algunos resultados importantes acerca de los espacios de Peano y de los continuos de Peano; a saber, que un espacio métrico  $X$  es un espacio de Peano si y solo si para cada abierto  $U$  de  $X$  y cada componente  $C$  de  $U$ , se tiene que  $C$  es un abierto de  $X$ , y que cualquier continuo de Peano es arco conexo. También veremos una noción que juega un papel importante para el estudio de la estructura de los espacios de Peano: la propiedad  $S$ . En particular, veremos que si un espacio métrico  $X$  tiene la propiedad  $S$ , entonces  $X$  es un espacio de Peano. Asimismo, mostraremos algunos ejemplos de espacios de Peano y continuos de Peano.

---

Le hacemos una atenta invitación a la Comunidad Matemática, para someter trabajos para su posible publicación en las *Memorias de las Sociedad Matemática Mexicana 2017*, bajo las siguientes bases:

## Memorias de la Sociedad Matemática Mexicana Lineamientos para la Presentación de Trabajos

Se publicarán en la revista *Memorias de la Sociedad Matemática Mexicana*, Colección Aportaciones Matemáticas.

Se considerarán para su publicación los siguientes tipos de trabajos:

1. **Artículos de investigación:** trabajos originales que contengan resultados relevantes.
2. **Artículos de exposición:** trabajos que presenten de manera original, algún tema de las Matemáticas; por ejemplo, demostraciones nuevas de resultados conocidos, artículos panorámicos sobre alguna área de investigación.

Los autores deben especificar a cuál de los dos tipos anteriores corresponde su trabajo.

Los autores deben comprometerse a no publicar el artículo o una versión del mismo en otra revista.

Las publicaciones de Aportaciones Matemáticas son enviadas para ser reseñadas a "Mathematical Reviews" (Sociedad Matemática Americana) y a "Zentralblatt für Mathematik". Los artículos de investigación generalmente son reseñados solamente si llevan el pie de página mencionado arriba. El que los trabajos sean reseñados permite que las comisiones dictaminadoras les den un valor correcto en las evaluaciones de productividad que se hacen en las distintas instituciones nacionales.

Los trabajos pueden ser presentados en español o en inglés.

Los trabajos deberán ser enviados, **antes del 31 de marzo de 2017**, a cualquiera de los editores, de preferencia en archivos .ps o .pdf por correo electrónico, especificando el tipo de trabajo, y en caso de varios autores, los datos del autor con quien el comité ha de mantener comunicación.

**La fecha límite es improrrogable.**

Todos los trabajos que se presenten serán sometidos a un arbitraje estricto.

En caso de ser aceptado, puesto que la presentación final de las memorias se hará en **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X**, los autores deben enviar sus trabajos escritos en este procesador de textos con las opciones:

`\documentclass[10pt]{amsart}` y en un área de  $17.5 + (1 \text{ de la cornisa}) \times 12$  cm.

`\usepackage[paperwidth=160mm,paperheight=220 mm,total={12cm,19.3cm},top=15mm,left=23mm,includeheadfoot]`

Agregando la siguiente instrucción `{geometry}`

El texto deberá estar escrito en **papel tamaño carta y a renglón seguido**.

El **tamaño de la revista** es de  $22 \times 16$  cm.

Para mayor información visite la página (próximamente):

<http://www.sociedadmatematicamexicana.org.mx/>

en la sección de publicaciones (Memorias).