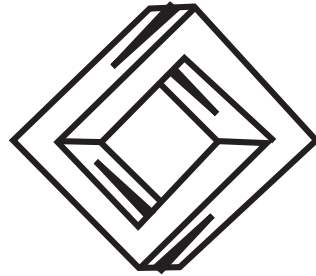


# 50 Congreso Nacional Sociedad Matemática Mexicana



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias e Instituto de Matemáticas  
Octubre 22 — 27, 2017



75 años



INSTITUTO DE MATEMÁTICAS





---

# Contenido

---

<b>Bienvenida</b>	<b>v</b>
<b>Comités y Coordinadores</b>	<b>vi</b>
1 Comité Organizador Central . . . . .	vi
2 Comité Organizador Local . . . . .	vi
3 Coordinadores . . . . .	vii
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>
Raúl Rojas González . . . . .	3
Luis Nuñez Betancourt . . . . .	3
Carlos Gershenson García . . . . .	4
Ricardo Alberto Sáenz Casas . . . . .	4
Jesús González Espino Barros . . . . .	5
Walter Craig . . . . .	5
Fanny Kassel . . . . .	5
Amanda Montejano Cantoral . . . . .	5
Aubin Arroyo Camacho . . . . .	6
Angela Pistoia . . . . .	6
<b>Horario y Resúmenes</b>	<b>7</b>
<b>Áreas</b>	<b>11</b>
Álgebra . . . . .	11
Análisis . . . . .	19
Análisis Numérico y Optimización . . . . .	27
Biomatemáticas . . . . .	33
Computación Matemática . . . . .	39
Ecuaciones Diferenciales . . . . .	47
Estadística . . . . .	53
Física Matemática . . . . .	61
Geometría Algebraica . . . . .	71
Geometría Diferencial . . . . .	79
Historia y Filosofía . . . . .	85
Lógica y Fundamentos . . . . .	91
Matemática Discreta . . . . .	99
Matemática Educativa . . . . .	107
Matemáticas e Ingeniería . . . . .	123
Matemáticas en la Economía y Finanzas . . . . .	131
Probabilidad . . . . .	141
Sistemas Dinámicos . . . . .	147
Teoría de Números y sus aplicaciones . . . . .	152

---

Topología Algebraica y Geométrica . . . . .	157
Topología General . . . . .	163
<b>Sesiones Especiales</b>	<b>171</b>
Alberto Barajas el hacedor de sueños. . . . .	171
Álgebra conmutativa con aplicaciones a la estadística y teoría de códigos . . . . .	173
Álgebras Topológicas . . . . .	175
Coloquio Interinstitucional de Análisis y sus Aplicaciones . . . . .	179
Control óptimo y juegos dinámicos . . . . .	181
Cómulas y dependencia de variables aleatorias . . . . .	185
De Joven a Joven . . . . .	187
Dinámica no Lineal y Sistemas Complejos . . . . .	189
Divulgación . . . . .	191
IV Encuentro del Comité Nacional de Instituciones de Matemáticas (CONIM) . . . . .	193
Entremeses Matemáticos . . . . .	195
Herramientas categóricas y reticulares para anillos y módulos . . . . .	197
Homenaje a Francisco "Fico" González Acuña en su 75 aniversario . . . . .	201
Homenaje a Santiago López de Medrano por sus 75 años . . . . .	203
Matemáticas en la calle . . . . .	205
Matemáticos en la Industria Mexicana . . . . .	207
Matemáticas, Multitudes y Muchedumbres . . . . .	209
Miscelánea Matemática . . . . .	211
Presentación de libros . . . . .	215
SMM en Bachillerato . . . . .	217
Teoría de Lie y sus aplicaciones . . . . .	219
Veranos de Investigación Científica . . . . .	223
Docencia . . . . .	227
Carteles . . . . .	230
Lineamientos para las Memorias de las Soc. Mat. Mexicana 2018 . . . . .	271

## BIENVENIDOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) abre sus puertas e invita a toda la comunidad matemática del país a participar en el 50 Congreso Nacional de Matemáticas de la Sociedad Matemática Mexicana.

En la UNAM se formaron los primeros matemáticos del país quienes organizaron el Primer Congreso Nacional de Matemáticas, dieron origen a la Sociedad Matemática Mexicana e iniciaron un movimiento en todo el país que ha contribuido al desarrollo de centros de investigación y facultades de matemáticas en todo México.

Por primera vez en su historia el Congreso Nacional se realizará en nuestra universidad; ocasión muy significativa por tratarse de la 50 edición del mismo, y especialmente por ser éste el congreso más importante de una sociedad con la que las instituciones matemáticas de la UNAM comparten fundadores, historia, ideales y trabajo.

La relación entre la UNAM y la Sociedad Matemática Mexicana ha sido, y continuará siendo, muy estrecha y cercana, comprometida con el enriquecimiento y fortalecimiento de las matemáticas a nivel nacional.

Los centros de investigación y enseñanza en matemáticas de la UNAM: el Instituto de Matemáticas, el Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias, el Instituto de Investigaciones en Matemáticas y Sistemas y el Centro de Ciencias Matemáticas, en la ciudad de Morelia, nos congratulamos y unimos en la oportunidad de hospedar y organizar este congreso número 50, en el que se reunirá toda la comunidad matemática del país.

El Primer Congreso Nacional de Matemáticas, se celebró en Saltillo, Coahuila en 1942, dando origen a la Sociedad Matemática Mexicana. A 75 años de esta primera reunión nacional sabemos que su edición número 50, a celebrarse del 22 al 27 de octubre en Ciudad Universitaria, tendrá una participación comprometida y festiva; y además tendrá presente los logros alcanzados y las tareas por venir en nuestra comunidad matemática.

Esperamos que todos participen en esta celebración del 50 Congreso Nacional de Matemáticas, que enmarca también los festejos de 75 años de fundación del Instituto de Matemáticas de la UNAM.

*Atentamente*

*Comité Local Organizador*

*50 Congreso Nacional de la SMM 2017*

---

# Comités y Coordinadores

---

## 1 Comité Organizador Central

<b>Coordinadora General</b>	Dra. Brenda Tapia Santos
<b>Coordinador Académico</b>	Dr. José Antonio Seade Kuri
<b>Coordinador de Áreas</b>	Dr. Rubén Alejandro Martínez Avendaño
<b>Coordinador de Sesiones Especiales</b>	Dr. Miguel Ángel Pizaña López
<b>Coordinador del Comité Organizador Local</b>	Dr. Enrique Javier Elizondo Huerta
<b>Coordinador de Apoyos a Estudiantes</b>	Dr. Marcelino Ramírez Ibañez
<b>Coordinador de Plenarias</b>	Dr. Renato Gabriel Iturriaga Acevedo
<b>Coordinador de Supervisión Local</b>	M. en C. Francisco Struck
<b>Coordinador de Docencia</b>	Dr. Manuel Jesús Falconi Magaña
<b>Apoyo al Comité Central</b>	Lic. Rosa María Dávalos Hernández

## 2 Comité Organizador Local

<b>Coordinador General del Comité Local</b>	Dr. Enrique Javier Elizondo Huerta
<b>Coordinador Operativo o in Situ</b>	M. en C. Francisco Struck
	M. en C. Miguel Lara
<b>Coordinación de Servicios e Infraestructura</b>	M. en C. Francisco Struck
<b>Coordinación de Apoyo Logístico</b>	Dra. Gabriela Campero Arena
	Dr. Ernesto Rosales González
<b>Coordinación de Señalización y Difusión</b>	Lic. Alma Rosa Jiménez Chávez
	Mtra. Imelda Paredes
<b>Coordinación de Sesiones Especiales Locales</b>	Dra. Ma. de la Paz Álvarez Scherer
	Dra. Natalia Jonard Pérez
<b>Coordinación de Eventos Especiales</b>	Lic. Moises Flores
<b>Coordinación de Patrocinios y Cómputo</b>	Dr. David Flores Peñaloza
<b>Coordinación de Actividades Culturales</b>	Lic. Alma Rosa Jiménez Chávez

## 3 Coordinadores

## Área

Álgebra	María del Carmen Rodríguez Vallarte
Análisis	Víctor Alberto Cruz Barriguete
	Jorge Rivera Noriega
Análisis Numérico y Optimización	Justino Alavez Ramírez
Biomatemáticas	Beatriz Carely Luna Olivera
	Aurora Espinoza Valdez
Computación Matemática	Dolores Lara Cuevas
Ecuaciones Diferenciales	Martha Álvarez Ramírez
Estadística	Carlos Díaz Ávalos
Física Matemática	Carlos Villegas Blas
Geometría Algebraica	Jesús Rogelio Pérez Buendía
	César Lozano Huerta
Geometría Diferencial	Oscar Alfredo Palmas Velasco
	Didier Solís Gamboa
Historia y Filosofía	Roberto Torres Hernández
Lógica y Fundamentos	Verónica Borja Macías
Matemáticas Discretas	Ana Paulina Figueroa Gutiérrez
Matemática Educativa	Flor Monserrat Rodríguez Vázquez
Matemáticas e Ingeniería	Jonathan Montalvo Urquizo
Matemáticas en la Economía y las Finanzas	Biliana Alexandrova Kabadjova
Probabilidad	Víctor Manuel Rivero Mercado
Sistemas Dinámicos	Ferrán Valdez Lorenzo
	Sofía Trejo Abad
Teoría de Números	Víctor C. García Hernández
Topología Algebraica y geométrica	Gabriela Hinojosa Palafox
Topología General	Oyuki Hayde Hermsillo Reyes
	Jair Remigio Juárez

## Sesiones Especiales

Alberto Barajas el hacedor de sueños. . .	Aarón Aparicio Hernández
	Déborah Oliveros Braniff
Álgebra conmutativa con aplicaciones a la estadística y teoría de códigos	Hernán de Alba Casilla
Álgebras Topológicas	Martha Bernal Guillén
Control óptimo y juegos dinámicos	María de Lourdes Palacios Fabila
	Héctor Jasso Fuentes
Cópulas y dependencia de variables aleatorias	Óscar Vega Amaya
De Joven a Joven	Arturo Erdely
	María de la Paz Álvarez
Dinámica no Lineal y Sistemas Complejos	Natalia Jonard Pérez
	Carlos Islas Moreno
	Felipe Contreras Alcalá
	Juan Antonio Nido Valencia
Divulgación	Francisco Cepeda
Encuentro del CONIM	María de la Paz Álvarez
Entremeses matemáticos	Natalia Jonard Pérez
	José Ríos Montes
Herramientas categóricas y reticulares para anillos y módulos	Luis Ángel Zaldívar Corichi
	Martha Lizbeth Shaid Sandoval Miranda

---

**Sesiones Especiales (Continuación)**


---

<b>Homenaje a Francisco “Fico” González Acuña en su 75 aniversario</b>	Enrique Ramírez Losada Mario Eudave
<b>Homenaje a Santiago López de Medrano por sus 75 años</b>	Óscar Palmas Vinicio Gómez Gutiérrez
<b>Matemáticas en la calle</b>	Lucía López de Medrano María de la Paz Álvarez Natalia Jonard Pérez
<b>Matemáticas, Multitudes y Muchedumbres</b>	María de la Paz Álvarez Natalia Jonard Pérez
<b>Matemáticos en la Industria Mexicana</b>	Claudia Marlene De la Cruz Torres Giovana Ortigoza Álvarez Ana Meda Guardiola
<b>Miscelánea Matemática</b>	Mucuy-kak Guevara
<b>Presentación de libros</b>	Miguel Ballesteros
<b>Sesión conmemorativa del segundo aniversario del 'Coloquio Interinstitucional de Análisis y sus Aplicaciones'</b>	Renato Calleja Rafael del Río Ramón Plaza Ma. de los Ángeles Sandoval Luis Silva Ricardo Weder
<b>SMM en Bachillerato</b>	Gina Marmolejo Manuel Jesús Falconi Magaña
<b>Teoría de Lie y sus aplicaciones</b>	Ma. Isabel Hernández Matthew Dawson
<b>Veranos de Investigación Científica</b>	Sergio Yarza
<b>Docencia</b>	Manuel Jesús Falconi Magaña
<b>Carteles</b>	Rubén Alejandro Martínez Avendaño

---



## 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

### EVENTOS CULTURALES, SOCIALES E INFORMACIÓN TURÍSTICA

#### **Brindis (Entrada con boleto y gafete que es entregado con el kit)**

Domingo 22 de octubre de 2017

*"Brindis de Bienvenida"*

Instalaciones del MUAC

7:00 p.m.

#### **Eventos Culturales**

##### **"Bohemia Matemática"**

Miércoles 25 de octubre de 2017 por la tarde

Facultad de Ciencias, UNAM

##### **"Matemáticas visibles"**

*Exposición de imágenes visuales bellas de objetos matemáticos: mosaicos, superficies en el espacio, conjuntos límite, etc.*

Lobby del auditorio en el Instituto de Matemáticas

De lunes 23 a viernes 27 de octubre de 2017

9:00 a.m. a 6:30 p.m.

---

---

# Tablas de Horarios

---

Tablas de Horarios  
Área Investigación

Inauguración. Lunes 23 de octubre a las 9:00 am

Auditorio : Roul Fournier

Facultad de Medicina, Cd. Universitaria

# Plenarios

## Semblanzas

### Raúl Rojas González

Raúl Rojas González es profesor de matemáticas e informática de la Universidad Libre de Berlín, en Alemania. Obtuvo la Licenciatura en Física y Matemáticas y la Maestría en Matemáticas en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Realizó estudios de Maestría en Economía en la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y obtuvo el Doctorado en Economía en la Universidad Libre de Berlín. Ahí mismo obtuvo su Habilitación, un grado adicional y posterior al doctorado, que sólo existe en Alemania, en el área de Ciencias de la Computación.

Especialista en inteligencia artificial, robótica, historia de la computación y mecatrónica, Raúl Rojas González tiene registradas dos patentes internacionales; ha escrito más de 200 artículos de investigación arbitrados en revistas especializadas y más de 100 artículos de divulgación, así como 14 libros, entre los que se encuentran el clásico *Neural Networks: A Systematic Introduction* (1996, con cerca de 3000 citas), *Intelligent active vision systems for robots* (2007) y recientemente *Engineering Applications of Soft Computing* (2017). En materia de formación de recursos humanos, el Dr. Rojas ha dirigido más de 250 tesis de licenciatura y maestría y 28 de doctorado.

El Dr. Rojas es un ejemplo destacado de que los desarrollos tecnológicos de punta se alimentan de una formación matemática. Sus automóviles autónomos han sido mostrados en Alemania, Suiza, EUA y México. En noviembre de 2015 el vehículo AutoNOMOS recorrió 2400 Km desde Nogales, Sonora, hasta la Ciudad de México sin conducción humana. Otros proyectos de alta tecnología desarrollados por Raúl Rojas incluyen un auto conducido por ondas cerebrales; una cámara de video que se monta en gafas para invidentes y lee automáticamente un texto; micro-robots del tamaño de insectos, para, entre otras cosas, imitar la danza de las abejas; sillas de ruedas que funcionan a base de comandos verbales o son controlados con ondas cerebrales; robots humanoides para distintas actividades, y el salón de clases del futuro a la par del proyecto "libro del futuro" para mejorar la enseñanza de las matemáticas.

Por sus logros científicos y de alta tecnología el Dr. Rojas ha obtenido numerosos y prestigiados premios entre los que se encuentran cronológicamente los siguientes: Premio Nacional de Ciencias y Artes, México (2015); Medalla Lázaro Cárdenas del IPN (2015); Profesor del Año en Alemania, otorgado por la Asociación de Profesores de Alemania (2015); Premio Tony Sale de la Sociedad Británica de Computación por contribuciones a la historia de la computación (2014); Medalla de oro "Heberto Castillo" del ICYT-DF por contribuciones en el área de robótica (2008); Premio de Transferencia de Tecnología "WissensWerte" de Berlín (2008); primer lugar en el campeonato mundial Robo Cup en 2004 y 2005; Premio Wolfgang von Kempelen for the History of Computing, presentado por la Sociedad Austríaca de Computación y el Ministerio de Tecnología de Austria (2004), y el European Academic Software Award 2002, entregado en Suecia, por contribuciones en el área de aprendizaje con el sistema E-Chalk.

*Por: Víctor Pérez-Abreu*

### Luis Nuñez Betancourt

El Dr. Luis Nuñez Betancourt nació en la ciudad de Durango, Durango, México el 22 de agosto de 1985. A sus 32 años, ha recorrido un camino largo y exitoso, basado en sus capacidades innatas, fomentadas por el apoyo incansable de su familia y su esposa, su dedicación absoluta al quehacer académico y la naturalidad con que le brota la creatividad en Matemáticas. Para él, la creatividad en Matemáticas es muy natural, como meter una canasta desde la media cancha en su deporte favorito: el Básquet Ball. Lo distingue a la vez una gran modestia: pues este gran gigante es conocido por todos como "El Chiquilín". Ha conseguido publicar 23 artículos de investigación original desde 2011 (un promedio de 4 artículos por año) en revistas de alta calidad internacional, con un grupo de colaboradores inteligentes, pujantes y creativos, jóvenes como él en su mayoría.

Se recibió de Licenciado en Matemáticas por la Universidad de Guanajuato en 2008, escribiendo la tesis "El Índice Homológico de Campos de Vectores", bajo la dirección del Dr. Xavier Gómez Mont, otorgándole por ésta, la Sociedad Matemática Mexicana, el premio Sotero Prieto por la mejor tesis de licenciatura en 2008 y que publicó en el Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana. El doctorado en Matemáticas lo obtuvo en 2013 en la Universidad de Michigan en Ann Arbor, EUA, presentando la tesis "Propiedades de Finitud de la Cohomología Local", bajo la dirección del profesor Mel Hochster. Realizó una estancia posdoctoral en la Universidad de Virginia con el profesor Craig Huneke del 2013 al 2016. Desde entonces tiene un puesto de investigador en el Centro de Investigación en Matemáticas CIMAT en la ciudad de Guanajuato, donde ya ha graduado 1 estudiante de licenciatura, 1 de maestría y tiene actualmente a varios estudiantes de posgrado. Mantiene un sólido interés en apoyar el desarrollo de las Matemáticas en su natal Durango.

Su especialidad en Matemáticas es el Álgebra Conmutativa y sus aplicaciones a la Geometría Algebraica. Utilizando el Mapeo de Frobenius,  $x \rightarrow x^p$  sobre campos de característica  $p$ , ha logrado introducir invariantes de singularidades de espacios algebraicos que generalizan los invariantes que se definen utilizando la topología cuando las variedades están definidas sobre los números reales o complejos, y ha demostrado que estos nuevos invariantes tienen propiedades similares a los que se obtienen por métodos topológicos:

F-modules, F-thresholds, tight closure, test ideals, ... También se ha interesado en la Teoría de D-módulos, la cohomología local, los números de Lyubeznik, invariantes homológicos como la dimensión proyectiva, la regularidad de Castelnuovo-Mumford, binomial edge ideals, su interacción con la Teoría de las Gráficas, potencias simbólicas, ...

Navega por el Álgebra Conmutativa como un pez en el agua, y goza mucho de hacer Matemáticas con sus colaboradores, pasando tardes y noches enteras tejiendo definiciones, pruebas, teorías, desarrollando en el camino amistades, colaboradores y alumnos, con el cual ha logrado hacer un ambiente amistoso, estimulante y exitoso.

*Por: Xavier Gómez-Mont*

## Carlos Gershenson García

El Dr. Carlos Gershenson obtuvo en 2001 el grado de Ingeniero en Computación por parte de la Fundación Arturo Rosenblueth para posteriormente realizar estudios de maestría en Sistemas Evolutivos y Adaptativos en la Universidad de Sussex y de doctorado en la Vrije Universiteit Brussel, Bélgica, de la cual se graduó en el 2007 con el proyecto "Diseño y control de sistemas auto-organizantes" bajo la supervisión del Dr. Francis Heylighen. Finalmente, realizó una estancia postdoctoral en el New England Complex Systems Institute con el Dr. Yaneer Bar-Yam. En el 2008 el Dr. Gershenson se incorporó al Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) del IIMAS-UNAM como Investigador Asociado desarrollando investigación estudiando la auto-organización tanto en sistemas naturales como en artificiales. En los años 2012—2015 fungió como Jefe de Departamento del DCC, IIMAS-UNAM y recientemente ha sido promovido a la categoría de Investigador Titular "B".

La investigación del Dr. Gershenson ha resultado en más de 45 artículos publicados, de las cuales alrededor de 32 han sido en revistas indexadas en el Journal Citation Reports, seis libros, más de 15 capítulos en libros y más de cuarenta artículos en memorias arbitradas. Este cuerpo de producción científica ha tenido un gran impacto como lo demuestran las 370 citas desde 2014 en Web of Science y Scopus, 475 desde 2014 en Scopus e índice-h de 27 en Google Scholar. Algunos proyectos del Dr. Gershenson han sido reconocidos con el Audi Urban Future Award 2014, el Premio "Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza" a la Innovación Tecnológica en el Metro de la Ciudad de México 2014 y el Google Research Award in Latin America 2015.

Además, el trabajo del Dr. Gershenson ha atraído a alumnos de varios niveles tanto a los cursos impartidos en el sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia vía Coursera como presenciales en licenciatura y en posgrado; ha supervisado a varios postdoctorantes y dirigido el trabajo de tesis de varios estudiantes de doctorado, maestría y licenciatura.

Finalmente, el Dr. Gershenson cuenta con una importante labor editorial tanto revisando proyectos y artículos como organizando la publicación de libros y memorias (proceedings). Además, pertenece a diversas asociaciones profesionales y académicas. La visibilidad de su trabajo ha resultado en que él haya recibido más de sesenta invitaciones para presentar su trabajo en conferencias, talleres o seminarios con quince de ellas en calidad de presentaciones magistrales. También, ha recibido la atención de medios de comunicación nacionales e internacionales que incluyen a la BBC, Science, Wired, Televisa, TV Azteca y Reforma.

*Por: Edgar Garduño*

## Ricardo Alberto Sáenz Casas

En su infancia fue atrapado por la magia del cine. Quiso hacer películas. Quiso ser director de cine. No lo fue. En cambio, se convirtió en matemático y la buena suerte lo llevó a la tierra adoptiva de Alberto Isaac para fundar un grupo de investigación en matemáticas en la Facultad de Ciencias en la Universidad de Colima.

Desde el momento en que llegó a Colima, proveniente de la Universidad de Princeton en EE UU, se propuso desarrollar la mejor licenciatura en matemáticas del país. Claramente lo está logrando. Esto se debe a su gran pasión que tiene por la enseñanza de matemáticas junto con su continuo diálogo con los estudiantes. Sus diálogos con los estudiantes no son solo de matemáticas, sino también acerca de ciencia en general, y no se limitan a estudiantes de licenciatura; con frecuencia también incluyen estudiantes de preparatoria. De hecho, él es enormemente popular entre los estudiantes de la facultad. Pero, para su desgracia, todavía no se le puede comparar con la popularidad de Alejandro Jodorowsky, aunque sí con alguno de sus más singulares personajes.

Desde joven ha estado comprometido con la ciencia. Siendo estudiante de preparatoria en la bella Ciudad Juárez, participó activamente en la Sociedad Astronómica Juarense y en el Proyecto Abel. Este último, tenía el objetivo de proporcionar una formación más integral de matemáticas a un selecto grupo de estudiantes de bachillerato. Esas ideas y métodos de trabajo, además de su entusiasmo, lo ha emulando en Colima a través del llamado Instituto Heisenberg, del cual él es cofundador.

De cierta manera, su sueño de ser director se realizó a través de ser director de la Facultad de Ciencias durante el periodo 2013–2017. Y también ha logrado estar del otro lado del lente, pero del lente de su cámara fotográfica. Pues otra de sus pasiones es la fotografía. Él puede presumir que cuenta con una extensa colección de fotos de matemáticos con los que ha cruzado camino a lo largo de su vida académica.

Al final de su día de actividad docente, al grito de «corte» cuelga su vestuario de profesor, mentor y colega e inicia su trabajo de investigación, frente a las incontables hojas con apuntes y rodeado de sus libros. Las funciones periódicas e integrales de Fourier vuelven a emerger. Los interminables triángulos de Sierpinski se empiezan a formar y los árboles de Kakeya a florecer. Hoy en día, su

investigación se enfoca en análisis armónico en fractales, interés que nació durante su formación doctoral con el profesor Elias Stein en la Universidad de Princeton.

*Por: Andrés Pedroza*

## Jesús González Espino Barros

Especialista en topología algebraica y análisis topológico de datos. Obtuvo su Maestría y Doctorado por la Universidad de Rochester y su Licenciatura por la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN. Es investigador del Departamento de Matemáticas del CINVESTAV, Categoría 3C y ha sido profesor visitante en: Universidad de British Columbia, Canadá; CIMAT-Unidad Mérida; Universidad de La Laguna, España; Universidad de Warwick; ETH de Suiza; Instituto de Matemáticas de Oberwolfach, Alemania; CRM de Barcelona; Universidad de Lehigh, Estados Unidos; Universidad de Durham, Inglaterra e Instituto Max Planck de Alemania.

El Dr. González-Espino ha dirigido 9 tesis de doctorado, 8 de maestría y 7 de licenciatura, ha publicado 40 artículos de investigación en prestigiosas revistas internacionales como son: Algebraic & Geometric Topology y Transactions of the AMS y es arbitro de revistas de prestigio internacional. Ha impartido más de 90 conferencias especializadas en foros internacionales, Investigador Nacional Nivel III, Responsable de proyectos CONACYT, Ex becario CONACYT. Autor de diversos artículos de divulgación.

*Por: Daniel Juan*

## Walter Craig

Walter L. Craig es un matemático canadiense, actualmente "Canada Research Chair" en la Universidad de McMaster. Craig obtuvo su Ph.D. de la Universidad de Nueva York en 1981, supervisado por Louis Nirenberg. En 2012 fue galardonado "Fellow of the American Mathematical Society".

Contribuyó al desarrollo del área de ecuaciones diferenciales parciales con estructura Hamiltoniana. Desarrolló la teoría de ondas de agua con superficie libre usando su relación con el operador Dirichlet Neumann. El método de Craig-Wayne-Bourgain permite probar la existencia de soluciones periódicas y cuasiperiódicas con un método de Nash-Moser, extendiendo así la teoría KAM a sistemas dinámicos Hamiltonianos de dimension infinita. También tiene contribuciones en la mecánica cuántica y la mecánica relativista.

Además, es conocido por participar activamente en el desarrollo, divulgación y promoción de las matemáticas entre diferentes disciplinas.

*Por: Carlos García Arzpeitia*

## Fanny Kassel

Obtuvo su doctorado en la Universidad de París Sur bajo la dirección de Yves Benoist y es actualmente investigadora del CNRS (Francia) en el Institut des Hautes Études Scientifiques. Muchos de sus trabajos versan sobre las acciones de grupos discretos en espacios homogéneos seudoriemannianos e involucran técnicas de grupos de Lie, geometría hiperbólica y teoría espectral.

Ha obtenido resultados sobre la geometría y topología de variedades anti de Sitter, así como sobre variedades lorentzianas planas de dimensión tres, para las que resuelve una conjetura de Drumm y Goldman. Sus trabajos la hicieron merecedora de la Medalla de Bronce del CNRS en el año 2015.

*Por: Adolfo Guillot*

## Amanda Montejano Cantoral

Matemática por la Facultad de Ciencias de la UNAM (2004), realizó sus estudios de posgrado en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en España, bajo la dirección del Dr. Oriol Serra. En 2008 obtiene el premio Sofia Kovaleskaia otorgado por la Sociedad Matemática Mexicana a mujeres jóvenes matemáticas. En 2009 obtiene el título de Doctora en Matemáticas Aplicadas, por la Universidad Politécnica de Cataluña, con la tesis Colored Combinatorial Structures: Homomorphisms and Patterns, trabajo que es galardonado con la máxima distinción: CUM LAUDE, así como con la mención de calidad Europea. En 2011 se incorpora a la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la Facultad de Ciencias (UNAM-Juriquilla) como Profesor, mismo año en que se hace miembro del Sistema Nacional de Investigadores. En 2016 fue finalista del "III Premio Internacional de Divulgación de la Ciencia Ruy Pérez Tamayo", con la obra Matemáticas de Colores que se publicará próximamente en el Fondo de Cultura Económica.

Además de su gran actividad docente (más de 40 cursos, principalmente en licenciatura) y de dirigir varias tesis, cuenta con 17 artículos de investigación publicados en revistas especializadas, 10 artículos de divulgación publicados en diferentes medios, así como 2 libros de texto de matemáticas para secundaria. Su área de investigación se ubica dentro de las Matemáticas Discretas, especializándose en el estudio de coloraciones en estructuras combinatorias, tales como: variaciones del número cromático, y resultados anti-Ramsey en distintos universos aritméticos. Actualmente participa en distintos proyectos de investigación, colaborando con diferentes grupos tanto

en México como en el extranjero, particularmente en Canadá, donde se encuentra realizando una estancia sabática en la Universidad de Simon Fraser, Vancouver.

*Por: Juancho José Montellano*

## Aubin Arroyo Camacho

Aubin Arroyo estudió la licenciatura en la Facultad de Ciencias, realizó su doctorado bajo la dirección de Jacob Palis en el IMPA, Rio de Janeiro.

Su área principal de trabajo, son los sistemas dinámicos reales, en particular, campos vectoriales en dimensión tres. Sin embargo, tiene trabajos también en dinámica holomorfa y en otras áreas de las matemáticas, geometría tropical, gráficas.

Aubin es un gran fotógrafo y esa preocupación estética se refleja en una intensa y cuidadosa labor de divulgación. Cuando era estudiante de licenciatura, realizó junto con otros compañeros un video de fractales, conjuntos de Julia para diferentes funciones cuadráticas. Adrian Douday quedó maravillado y fue la que usó para su conferencia en aquella ocasión. Hace unos años publicó varias fotografías en "Imaginary", el non plus ultra de imágenes matemáticas. Ahora es encargado de la renovación de la sala de matemáticas. Todos esperamos su reapertura. Una feliz coincidencia hizo que se encontrara con el artista plástico francés Othoniel. Sus imágenes de nudos salvajes resultaron enormemente parecidos a el motivo de una gran cantidad de obras del artista. Ahora tienen una buena amistad y la UNAM recibió en donación una de sus obras. Aubin es miembro del SNI muy bien podría ser también miembro del sistema nacional de creadores.

*Por: Renato Iturriaga*

## Angela Pistoia

Angela Pistoia nació en Livorno, Italia, el 25 de julio de 1966. Tras haber pasado su infancia entre los olivos de la Toscana, ingresó a la Universidad de Pisa donde obtuvo la licenciatura en matemáticas en 1989 con una tesis dirigida por Antonio Marino. Dicha institución le otorgó una beca para realizar allí mismo sus estudios de doctorado.

En esa época conoció a Massimo Grossi, matemático romano, con quien se casó en 1992 y tuvo en 1997 un par de gemelos estupendos, Alessio y Davide.

Durante su doctorado se interesó en el estudio de problemas variacionales no lineales. Obtuvo el grado de doctor en 1994 en la Universidad de Pisa, bajo la asesoría de Antonio Marino y Anna Maria Micheletti. Un año más tarde ganó un concurso para una plaza de investigador en dicha universidad, que ocupó antes de trasladarse a la Universidad de Roma "La Sapienza" en 1999. A partir de ese año, su actividad profesional se desarrolló en Roma, donde fue nombrada profesor asociado en 2002 y profesor ordinario en 2016.

Sus publicaciones abarcan una amplia temática, que va desde el estudio de problemas no lineales de tipo variacional, a la construcción de soluciones que se concentran en subconjuntos de su dominio de definición, e incluye el estudio de problemas geométricos de tipo Yamabe, entre otros. Muchos de sus artículos han sido escritos en colaboración con matemáticos jóvenes, por quienes Angela ha mostrado siempre un interés especial, incluyendo a algunos jóvenes investigadores mexicanos.

A la fecha, cuenta con 126 artículos de investigación publicados, que han recibido 1291 citas. Angela tiene un fuerte compromiso con la eliminación de la discriminación de género. Fue vicepresidenta de la EWM (Mujeres Europeas en Matemáticas) de 2012 a 2015.

*Por: Mónica Clapp*



## Horario y Resúmenes

Coordinador: Renato Gabriel Iturriaga Acevedo  
Auditorio Alberto Barajas, Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>Carlos Gershenson</b> Plenaria			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	<b>Raúl Rojas González</b> Plenaria				
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO				
12:00–12:30					
12:30–13:00					
13:00–13:30		<b>Ricardo A. Sáenz</b> Plenaria	<b>Walter Craig</b> Plenaria	<b>Fanny Kassel</b> Plenaria	<b>Aubin Arroyo</b> 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>	<b>Amanda Montejano</b> Plenaria	<b>Angela Pistoia</b> Plenaria
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>Luis Núñez Betancourt</b> Plenaria	<b>Jesús González E.</b> Plenaria		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### Algoritmos para movilidad inteligente.

*Raúl Rojas González* (rojas@inf.fu-berlin.de)

Una de las transformaciones fundamentales de las próximas décadas será la conversión del parque vehicular para contar con autos eléctricos y que manejan solos. En esta conferencia mostraré los avances que ha habido respecto a vehículos autónomos y el tipo de métodos numéricos que se utilizan para hacerlos “inteligentes”. Para ello se utilizan métodos estadísticos clásicos, así como redes neurales profundas. Mostraré videos de nuestros vehículos y mostraré algunas de los programas educativos que hemos fomentado desde Berlín.

### Álgebra (conmutativa) en todas partes

*Luis Nuñez Betancourt* (luisnub@cimat.mx)

El álgebra ha jugado un papel central en el desarrollo y formalización de distintas partes de las matemáticas. Por otro lado, el poder de abstraer fenómenos usando álgebra ha dado lugar a un gran número de aplicaciones. En esta charla nos enfocaremos particularmente en el álgebra conmutativa y sus interacciones con otras áreas de las matemáticas. Con el propósito de ilustrar esta conexión, discutiremos tres resultados. Primero veremos como el morfismo de Frobenius se puede usar para medir singularidades, aún en los casos cuando las herramientas del análisis, como derivación e integración, no existen. Después emplearemos distintas clases de anillos para obtener propiedades estructurales de gráficas simples. Finalmente, usaremos cohomología de anillos para determinar características topológicas de un espacio.

### Matemáticas y complejidad.

*Carlos Gershenson García* (cgg@unam.mx)

El desarrollo de las computadoras nos ha permitido estudiar la complejidad. Ésta se caracteriza por interacciones relevantes entre componentes, lo cual implica un gran número de variables que sólo pueden explorarse con métodos computacionales. Podemos estudiar estas interacciones descritas como información, la cual tiene un formalismo matemático bien establecido. Más aún, al generarse información nueva por medio de interacciones, se limita la previsibilidad de manera inherente, lo que se conoce como irreducibilidad computacional. Veremos ejemplos abstractos y prácticos de cómo podemos comprender la complejidad y discutiremos sus implicaciones a niveles teórico, práctico, filosófico y cotidiano.

**¿Cómo vibra un fractal?***Ricardo Alberto Sáenz Casas (rasaenz@uocol.mx)*

Las vibraciones fundamentales de un objeto geométrico corresponden a las eigenfunciones de su laplaciano. Si el objeto es un fractal, como no tenemos una estructura diferencial definida, el laplaciano no puede definirse de la manera clásica. Sin embargo, en una clase particular de fractales llamados post-críticamente finitos (PCF), es posible definir el laplaciano como un límite de diferencias normalizadas. Esto nos permite calcular aproximaciones explícitas de sus eigenfunciones y, en algunos casos, es posible construirlas por medio de un algoritmo de interpolación llamado decimación. En esta plática veremos la definición del laplaciano en conjuntos PCF, y discutiremos las propiedades de sus eigenfunciones, además de comparar su espectro con el de un laplaciano clásico en un dominio euclideo.

**Topología algebraica, estocástica y computacional en la planeación motriz de robots.***Jesús González Espino Barros (jesus@math.cinvestav.mx)*

Se describirán aplicaciones recientes que la topología ha encontrado dentro del problema de planeación motriz en la robótica. Tales desarrollos han sido fructíferos en ambas direcciones: mientras que la teoría matemática ha resuelto diversas instancias del problema aplicado, la necesidad de resolver problemas prácticos concretos ha incentivado nuevos desarrollos teóricos. Además del enfoque topológico, en la charla abordaré el problema desde puntos de vista tanto probabilísticos, combinatorios, como computacionales.

**A model of vortex filament dynamics.***Walter Craig (craig@math.mcmaster.ca)*

The evolution of vortex filaments in three dimensions is a question of mathematical hydrodynamics which involves the analysis of nonlinear partial differential equations. It is relevant to questions of vortex evolution for the Euler equations as well as to the fine structure of vortex cores in a superfluid. On the mathematical side it is a setting of partial differential equations with a compelling analogy to Hamiltonian dynamical systems. In this lecture I will describe a model for the dynamics of near - parallel vortex filaments and their mutual interactions in a three dimensional fluid. The talk will describe a phase space analysis of solutions, including constructions of periodic and quasi-periodic orbits via a version of KAM theory for PDEs, and a topological principle to count the multiplicity of solutions. This is ongoing joint work with L. Corsi (Georgia Institute of Technology), C. Garcia-Azpeitia (UNAM) and C.-R. Yang (McMaster and Shantou University).

**Tessellations of the plane and beyond.***Fanny Kassel*

Tessellations of the plane have been used since antiquity as decorative patterns. With the development of modern mathematics, periodic tilings of  $\mathbb{R}^n$  have been extensively studied in relation to crystallography; they include Euclidean tilings but also, more generally, tilings whose symmetry group consists of affine transformations. When the tiles are noncompact, the symmetry group may no longer be a group of translations up to finite index, and tilings with interesting nonsolvable symmetry groups have been constructed since the 1980s. We will discuss some of these developments, including recent joint work with J. Danciger and F. Guéritaud.

**La teoría de Ramsey o el poder de la inmensidad.***Amanda Montejano Cantoral (montejano.a@gmail.com)*

A principios del siglo XX comienzan a emerger, provenientes de diferentes áreas de las matemáticas, diversos resultados con una misma filosofía: "si el universo que estudio es suficientemente grande, entonces puedo encontrar en él patrones altamente regulares". La teoría de Ramsey es la rama de las matemáticas que se ha desarrollado a partir de tales resultados. En esta charla haremos un recorrido del nacimiento y la consolidación de la teoría de Ramsey, presentando los teoremas más clásicos así como las nuevas y más recientes vertientes.

**La máquina de hacer cuentas.***Aubin Arroyo Camacho (aubinarroyo@im.unam.mx)*

Hoy en día es indudable que la computadora es una herramienta fundamental en la vida de los científicos: además de ser el medio de comunicación y una sofisticada máquina de escribir, su gran capacidad para analizar montones de datos y su poder de visualizarlos la hace imprescindible en todos los campos de las ciencias.

Las computadoras también han sido relevantes en las matemáticas. Un ejemplo que nos interesa lo podemos encontrar en la historia del Atractor de Lorenz. El famoso efecto mariposa no habría sido descubierto en los años 70's si Edmund N. Lorenz no hubiera tenido a la mano una super-computadora de escritorio. Este descubrimiento provocó una saga de investigaciones teóricas por

los matemáticos de la época. Treinta años después, Warwick Tucker, mediante una prueba asistida por computadora, demostró que muchas de las propiedades dinámicas que se estudiaron, en efecto, se encontraban en las propias ecuaciones de Lorenz.

Las computadoras pueden ser un laboratorio en el que se ponen a prueba conjeturas, o de donde se pueden extraer intuiciones sobre el problema que se estudia, e incluso, en algunos casos, a la hora de demostrar un teorema, la computadora tiene la capacidad de reducir sustancialmente los casos a estudiar.

Por otra parte, uno de los retos un matemático enfrenta es el tratar de mostrar los objetos con los que trabaja al resto de la comunidad. Muchas veces, la abstracción necesaria, o el lenguaje adecuado para comprenderlos, es el impedimento; otras veces los prejuicios o la falta de interés del espectador son el obstáculo. Las visualizaciones por computadora pueden ser un auxilio eficaz para resolver este problema.

En esta plática trataré de esbozar estas aplicaciones de las computadoras alrededor del trabajo matemático que he realizado.

**On the stability properties of the Yamabe problem.**

*Angela Pistoia* (angela.pistoia@uniroma1.it)

I will present some old and new results about the existence of solutions of the Yamabe problem. The compactness and the stability of the set of solutions will also be considered.

---



# Áreas

## Álgebra

Coordinador: María del Carmen Rodríguez Vallarte  
 Lugar: Yelizcalli “001”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Iván Fernando Vilchis	José Noé Gutiérrez	Rodrigo Domínguez
9:30–10:00			<b>Luis Verde Star</b>	<b>Eugenia O’Reilly</b>	<b>Luis Manuel Rivera</b>
10:00–10:30	RECESO	<b>Raymundo Bautista</b>			
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Ma. Aracelia Alcorta		Martin Ortiz M.
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	TRASLADO	<b>Gil Salgado G.</b>	<b>Egor Maximenko</b>	<b>Alonso Castillo R.</b>	Gerardo Raggi
12:00–12:30	<b>Carlos E. Valencia</b>		Jesús Arturo Jiménez	Mario A. Moctezuma	Edith Mireya Vargas
12:30–13:00					
13:00–13:30	Ralihe Raúl Villagrán	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Azucena Tochimani				
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>Nadia Romero R.</b>	Juan Morales R.	<b>TARDE LIBRE</b>	Luis Eduardo García	Harry E Guzmán
17:00–17:30		Larissa Sbitneva		Eladio Escobedo T.	Javier Castro S.
17:30–18:00	Juan M. Ramirez C.	Norberto Jaime Chau		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	Violeta García L.	León F. Villalobos			
18:30–19:00	Luis G. Santiago	Mónica Rocío García			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

**Estructuras aritméticas, números de Catalan y triangulaciones del polígono.** (CI)  
 Carlos Enrique Valencia Oleta (cvalencia@math.cinvestav.edu.mx)

En 1989, Dino Lorenzini introdujo las estructuras aritméticas de una gráfica  $G$  como un par  $(\mathbf{d}, \mathbf{r})$  de vectores enteros positivos, tal que  $\mathbf{r}$  es primitivo y

$$(\text{diag}(\mathbf{d}) - A(G))\mathbf{r}^t = \mathbf{0}^t,$$

donde  $A(G)$  es la matriz de adyacencia de  $G$ . Un ejemplo muy simple está dado por  $\mathbf{d}$ , el vector de grados de  $G$  y  $\mathbf{r}$ , el vector con todas sus entradas igual a uno. En este caso,  $\text{diag}(\mathbf{d}) - A(G)$  es conocida como la matriz Laplaciana de  $G$ . Luego, siempre existe al menos un par de vectores que satisfacen estas condiciones. Lorenzini demostró que el conjunto de estructuras aritméticas de una gráfica simple es finito, por lo que es natural intentar enumerarlas. En esta plática haremos un repaso acerca de los últimos avances realizados en el estudio de las estructuras aritméticas. Primero presentaremos las estructuras aritméticas en el marco de las  $M$ -matrices y demostraremos la finitud de las estructuras aritméticas. El concepto de  $M$ -matriz ha resultado ser importante en diversas áreas como probabilidad, análisis numérico, economía e investigación de operaciones. Prueba de su importancia es el hecho de que existen más de ochenta definiciones equivalentes de una  $M$ -matriz. Cabe resaltar que toda estructura aritmética es solución de la ecuación Diofantina definida por el polinomio

$$f_G(X) = \det(\text{diag}(X) - A(G)),$$

donde  $X = (x_1, \dots, x_n)$  es un vector con variables en sus entradas. A pesar de que el Décimo problema de Hilbert afirma que en general no existe un algoritmo para decidir si una ecuación Diofantina tiene o no solución, en este caso sí existe un algoritmo para encontrar todas las soluciones entero positivas. Presentaremos algunos resultados generales que muestran cómo se comporta el conjunto de estructuras aritméticas de una gráfica bajo algunas operaciones como subdivisión de aristas, duplicación de vértices,  $\Delta - Y$ , etc. Posteriormente nos centraremos en las estructuras aritméticas de una de las gráficas más simples, el camino. En este caso tan especial, las estructuras aritméticas tienen una rica estructura combinatoria, la cual nos permite caracterizarlas y contarlas.

Mostraremos que las estructuras del camino con  $n$  vértices se pueden obtener de manera inductiva de las estructuras aritméticas de los caminos con menos vértices a través de la operación de subdivisión de aristas. Usando este hecho, además decaminos sobre una retícula y las sucesiones de votación obtenemos que las estructuras aritméticas de  $P_n$  obtenidas de  $P_m$  ( $m \leq n$ ) es el número de votación

$$b(n-2, n-m) = \frac{m-1}{n-1} \binom{2n-2-m}{n-2}$$

y por lo tanto el número de estructuras aritméticas de  $P_n$  es el número de Catalan  $C_{n-1}$ . Por otro lado se puede observar que las estructuras aritméticas del camino presentan cierta simetría. Usando el concepto de estructura aritmética extendida mostraremos que todas las estructuras aritméticas del camino pueden ser obtenidas de una sola estructura aritmética y estableceremos una biyección entre las estructuras aritméticas de  $P_n$  y las triangulaciones del polígono con  $n+1$  lados. Como consecuencia obtenemos que las estructuras aritméticas de  $P_n$  con su  $i$ -ésima entrada igual a  $n-k-1$  es el número de votación  $b(n-2, k)$ .

#### Acerca de estructuras aritméticas de gráficas. (CDV)

Ralihe Raúl Villagrán Olivas, Carlos E. Valencia Oleta (ralihevillagran@gmail.com)

Sea  $G = (V, E)$  una gráfica y sea  $A_G$  su matriz de adyacencia. En ésta charla definiremos el grupo crítico, así como las estructuras aritméticas de  $G$ , ambos conceptos relacionados con la matriz Laplaciana de la gráfica  $G$ , es decir, la matriz  $L(G) = \text{diag}(\text{deg}_G) - A_G$ , donde  $\text{deg}_G$  es el vector de grados de  $G$ . Se presentarán algunos resultados y propiedades principales de las estructuras aritméticas de  $G$  y su relación con las ecuaciones diofantinas. Además se mostrará una extensión de la teoría de estructuras aritméticas de gráficas a  $M$ -matrices.

#### Propiedades algebraicas del ideal de aristas. (CI)

Azucena Tochimani Tiro, Philippe T. Gimenez (tochimani@math.cinvestav.edu.mx)

Sea  $I(G)$  el ideal de aristas asociado a la gráfica  $G$ . En esta plática hablaremos de algunas propiedades algebraicas de  $I(G)$ , que se pueden obtener a partir de la estructura combinatoria de la gráfica  $G$ . En particular estamos interesados en los números de Betti y otros invariantes relacionados.

#### G-conjuntos y el anillo de Burnside. (CI)

Nadia Romero Romero (nadia.romero@ugto.mx)

Los  $G$ -conjuntos son una herramienta fundamental en el estudio de las representaciones de grupos. El anillo de Burnside es una construcción que se asocia a los  $G$ -conjuntos para estudiarlos mejor. En esta plática presentaremos las propiedades básicas del anillo de Burnside y algunas preguntas actuales en torno a él.

#### Conduciendo a los Ideales Fraccionales de Anillos de Burnside. (CI)

Juan Manuel Ramírez Contreras, David Villa Hernández (larsson8969@hotmail.com)

Dados  $R$  un dominio entero noetheriano,  $K$  su campo de fracciones,  $A$  una  $K$ -álgebra de dimensión finita,  $\Lambda$  un  $R$ -orden y  $M$  un ideal fraccional de  $\Lambda$ , podemos definir el conductor de  $M$  en  $\Lambda$ . Resulta que el anillo de Burnside de  $C_p^n$  con  $p$  primo y  $n \in \mathbb{N}$ , es un  $\mathbb{Z}_p$ -orden con  $\mathbb{Z}_p$  el anillo de enteros  $p$ -ádicos. Luego, tomando a  $\mathbb{Q}_p^{n+1}$  como  $\mathbb{Q}_p$ -álgebra de dimensión finita y  $M$  un ideal fraccional de dicho anillo de Burnside, podemos hablar del conductor de  $M$ .

El objetivo de esta plática es caracterizar a los conductores de los ideales fraccionales del anillo de Burnside de  $C_p^n$ . Esto es muy importante porque los conductores forman parte fundamental de lo que se conoce como la función Zeta de un orden.

#### Un morfismo ultrafinito de locales. (RI)

Violeta García López, Francisco Marmolejo Rivas (violet1025@gmail.com)

En 1995, Marmolejo caracterizó a los morfismos entre espacios topológicos cuyo funtor inducido en los topos de gavillas asociados, preserva estructura de pretopos, llamados morfismos ultrafinitos. Mas tarde en 2005, Merino y Marmolejo generalizaron esta caracterización a morfismos entre locales. En un esfuerzo por encontrar ejemplos de morfismos entre sitios, que generalizan naturalmente a los antes mencionados, construimos un morfismo cuyo dominio es el local de abiertos coperfectos de un espacio topológico, que en particular para el conjunto de Cantor clásico, satisface las condiciones de ultrafinitud a través de una propiedad de cubiertas ajenizables.

**Sobre los anillos  $Z[w]$  y algunos contraejemplos de la teoría de anillos. (RT)**

*Luis Gustavo Santiago Bonifaz, Russell Aaron Quiñones Estrella (saxofon18\_34@hotmail.com)*

Sabemos que todo dominio euclideo es un dominio de ideales principales, sin embargo la otra dirección no es cierta lo cual mostraremos en la presentación con un ejemplo de un dominio de ideales principales que no es un dominio euclideo enfocándonos en los anillos de la forma  $Z[w]$ , así como daremos a conocer ciertas generalizaciones de este tipo de contraejemplos, esperando trabajar a futuro con una tabla que secciona a todos los enteros libres de cuadrados en Dominios de ideales principales, dominios euclideos y dominios de Dedekind.

**Modulos de inclinación. (CI)**

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

En esta plática relataré cómo de la interacción entre la teoría de representaciones de álgebras y las álgebras de Lie surgieron los módulos de inclinación. Veremos su generalización a complejos y sus aplicaciones a otras ramas del álgebra, la geometría algebraica y la física teórica.

**El proceso de doble extensión en la teoría de álgebras de Lie. (CI)**

*Gil Salgado González, M.A. Álvarez, M.C. Rodríguez-Vallarte (gil.salgado@gmail.com)*

Mostraremos en esta charla como el proceso de doble extensión permite construir a partir de un álgebra de Lie con algún tipo de geometría una nueva álgebra de Lie con el mismo tipo de geometría. Mostraremos las semejanzas y diferencias dependiendo del tipo de geometría a considerar: ortogonal, de contacto o simpléctica. Así mismo, mostraremos las clases de álgebras de Lie más pequeñas que son "cerradas" bajo esta construcción y algunos avances en la determinación de las álgebras de Lie con algún tipo de geometría que no se descomponen como suma directa de álgebras de Lie con el mismo tipo de geometría y con menos dimensión.

**Formas normales para los inescindibles de un álgebra hereditaria mansa. (CI)**

*Jesús Arturo Jiménez González (jejim@cimat.mx)*

El problema de dar representaciones como una colección explícita de matrices ha sido planteado clásicamente en dos contextos: las representaciones de carcajes y de conjuntos parcialmente ordenados (posets). En los 70's Gabriel y Kleiner dieron respectivamente tales listas para el caso de representación finito, mientras que Gabriel y Roiter y Zavadskij y Nazarova trataron casos particulares del tipo de representación infinito, de nuevo respectivamente para carcajes y posets. Recientemente Kussin y Meltzer exhibieron representaciones excepcionales de ciertas álgebras canónicas, y usaron teoría de inclinación para dar las representaciones correspondientes en álgebras hereditarias mansas. En todos estos casos los resultados dependen de consideraciones ad hoc, muchas veces sin presentar los métodos usados para encontrar las soluciones. Buscando aproximaciones sistemáticas al problema, el Prof. Bautista propuso las técnicas de reducción en el contexto de bocses como herramienta principal en el análisis y la construcción de representaciones. Este contexto comprende los casos de carcajes y posets, entre muchos otros problemas interesantes (como categorías de presentaciones proyectivas y álgebras casi-hereditarias). En la plática mostraremos esta aproximación, dando una relación directa entre álgebras hereditarias mansas y ciertos posets, con atención especial en las técnicas de construcción y visualización de sus representaciones excepcionales. En particular, el método hace ahora transparentes muchas de las pruebas de las construcciones hechas por Gabriel, Roiter y Ringel.

**Clases de grupos finitos. (CDV)**

*Juan Morales Rodríguez (juanmoralesrodriguez@gmail.com)*

Clases mínimas de grupos finitos. Se hablará de clases de grupos finitos que no tienen una propiedad  $P$  pero todos sus subgrupos normales propios y todas sus imágenes homomorfas propias si la tienen. En particular se dará una caracterización de estas clases, en el caso que  $P$  sea la propiedad de ser abeliano o ser nilpotente, y como consecuencia de estas caracterizaciones, se verá para que enteros  $n$ , todos los grupos de ese orden son cíclicos, o todos son abelianos, o todos son nilpotentes. Utilizando este hecho y el teorema fundamental de los grupos abelianos finitos, daremos una respuesta parcial al problema planteado por Arthur Cayley en los inicios de la teoría de grupos abstractos, que consiste en determinar cuántos grupos de orden  $n$  existen, salvo isomorfismo.

**Acciones de lazos suaves con los métodos de S. Lie. (CI)**

*Larissa Sbitneva (larissa@uaem.mx)*

Transformaciones analíticas de lazos de Moufang han sido estudiados por el E. Paal (1987) para introducir el concepto de bi-representación de lazos de Moufang. En su investigación en el caso de lazos suaves, motivada por las llamadas Moufang-Malcev simetrías, se aplican los métodos con base en la teoría original de S. Lie para grupos de transformaciones continuas. Como en la Teoría de Lie, la consideración de condiciones de compatibilidad lleva al concepto análogo al de álgebra de Lie, de tal modo que en el caso de lazos de Moufang se obtiene el álgebra de Malcev. De modo análogo se puede considerar las ecuaciones diferenciales para

acciones de lazos suaves arbitrarios y las condiciones de integrabilidad. Se demuestra que la acción de lazos considerada se puede obtener a partir de los corchetes de Lie no-lineales. Se obtiene un fragmento de la teoría infinitesimal análoga a los teoremas de Lie. Los estudios de acciones de lazos suaves definidas para aplicaciones a Física-Matemática fueron iniciados en trabajos de L. Sabniin. Se presenta un caso particular de representaciones de lazos de Bol considerados en los trabajos de Nono.

**La ecuación dinámica cuántica de Yang-Baxter. Aplicaciones de esta ecuación a la computación el límite cuasiclásico de la matriz de fusión, y al cómputo de la matriz fusión propia para  $sl_2$ .** (CI)

*Norberto Jaime Chau Pérez (jchau@pucp.edu.pe)*

Una de las ecuaciones más importantes de la mecánica estadística es la llamada relación Star-Triangle, introducida por Baxter. En 1994, Felder sugirió escribir esta relación en la forma de la ecuación dinámica cuántica Yang-Baxter (QDYB), lo que hace explícita la analogía de esta relación con la ecuación cuántica Yang-Baxter. También propuso el concepto de un grupo cuántico asociado a una solución de esta ecuación. Consideraré su límite cuasiclásico (la ecuación dinámica de Yang-Baxter clásica), discutiremos la clasificación de las soluciones de ambas ecuaciones y describiremos cómo surgen soluciones de ellas en la teoría de la representación clásica y en la teoría de los sistemas cuánticos integrables. Al final explicaré por qué el "grupo" de Poisson (respectivamente, cuántico) asociado a una solución de la ecuación dinámica Yang-Baxter clásica (respectivamente, cuántica) (a diferencia del caso de la ecuación usual de Yang-Baxter) no es en realidad un grupo, sino más bien un groupoide.

**Representaciones irreducibles del grupo cuántico  $SU_q(2)$ .** (CI)

*León Felipe Villalobos Sánchez, Luis Manuel Díaz, Leonardo Faustinos (leon@ciencias.unam.mx)*

Al igual que en el caso clásico, partimos de los espacios vectoriales de polinomios homogéneos en 2 variables y una co-acción del grupo cuántico  $SU_q(2)$  en estos espacios, para encontrar representaciones irreducibles dimensionalmente finitas en todas las dimensiones del grupo  $SU_q(2)$ . Usando que el grupo cuántico  $SU_q(2)$ , tiene como subgrupo cuántico (cociente) un círculo clásico, resulta una manera muy sencilla de encontrar dichas representaciones, y a su vez aparecen en el camino algunas fórmulas conocidas de combinatoria en sus versiones cuánticas, llamadas q-análogos. Una parte interesante de esta construcción es observar como la estructura del grupo  $SU_q(2)$  fuerza una relación en el espacio vectorial de polinomios homogéneos para que las representaciones resulten irreducibles.

**Un modelo combinatorio para la categoría de representaciones de un álgebra mansa finitamente generada.** (RI)

*Monica del Rocio Garcia Gallegos, Alexander Garver (7semit07@gmail.com)*

El objetivo de esta charla es introducir el concepto de particiones desenlazadas de árboles, el cual fue creado por Garver y McConville para obtener una descripción explícita de las subcategorías amplias dentro de la categoría de representaciones de un álgebra mansa y finitamente generada. Recientemente, fue probado por Yurikusa que para cualquier álgebra de dimensión finita, sus subcategorías amplias son realizables como categorías semi-estables. La segunda parte de la charla se enfocara en presentar una construcción combinatoria de las condiciones de estabilidad de Yurikusa para las subcategorías amplias definidas por particiones desenlazadas de árboles, la cual está inspirada en el trabajo de Manneville y Pilaud. Esta charla es resultado de una estancia de verano de investigación MITACS realizada en la Université du Québec à Montréal y supervisada por Alexander Garver.

**Seudocomplementos y seudocomplementos fuertes en retículas de clases de módulos.** (CI)

*Iván Fernando Vilchis Montalvo, Hugo Alberto Rincón Mejía, Alejandro Alvarado García, César Cejudo Castilla (vilchis.f@gmail.com)*

Consideramos la existencia y construcción de seudocomplementos en algunas retículas de clases de módulos. Las clases de módulos que pertenecen a estas retículas están definidas por medio de propiedades de cerradura tales como: cerradura bajo submódulos, cocientes, extensiones, cápsulas inyectivas, sumas directas, productos directos. Caracterizamos anillos para los que las retículas de clases de torsión, la retícula de clases naturales y la retícula de clases conaturales coinciden.

**Matrices infinitas.** (CDV)

*Luis Verde Star (verde@xanum.uam.mx)*

Presentaré una vista panorámica de la teoría de matrices infinitas y algunas de sus aplicaciones en combinatoria y polinomios ortogonales.

**Relaciones de Cardano-Vieta para una ecuación algebraica de Riccati.** (RI)

*María Aracelia Alcorta García, Juan Carlos Hernández Medellín, Alfredo Alanís Durán, Sergio Belmares Perales (maaracelia@gmail.com)*

En este trabajo se hace una analogía entre las fórmulas de Cardano-Vieta y las ecuaciones algebraicas de Riccati, con la finalidad de establecer relaciones entre sus soluciones; las cuales son necesarias para la obtención de los puntos de equilibrio de la Ecuación Diferencial de Riccati. Se presenta el caso escalar como el más simple, estableciendo las condiciones necesarias de los coeficientes de la ecuación cuadrática; con el fin de obtener una solución. Posteriormente es analizado el caso matricial, en el cual, similarmente a lo anterior, se establecen las condiciones necesarias de los coeficientes de la Ecuación Algebraica de Riccati para que exista una relación entre las soluciones. Se ilustran los resultados con algunos ejemplos.



**Polinomios de Schur y soluciones básicas de las recurrencias lineales (Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Álgebra).** (CDV)

*Egor Maximenko, Mario Alberto Moctezuma Salazar (egormaximenko@gmail.com)*

En esta plática de divulgación mostraremos cómo expresar la solución de las recurrencias lineales homogéneas con coeficientes constantes en términos de los polinomios de Schur y de las condiciones iniciales. En la primera parte de la plática introduciremos el concepto de polinomios simétricos de varias variables; en particular, daremos a conocer los polinomios elementales simétricos (que surgen de manera natural en las fórmulas de Vieta) y los polinomios homogéneos completos. Luego definiremos los polinomios de Schur como cocientes de ciertos determinantes (a saber, el determinante generalizado de Vandermonde y el determinante de Vandermonde) y mencionaremos la conexión de estos polinomios con polinomios simétricos elementales y completos. Los polinomios de Schur pueden ser expresados como sumas de monomios que corresponden a ciertas tablas de Young. Estos polinomios forman una base del espacio vectorial de polinomios simétricos. En la segunda parte de la plática pasaremos al estudio de recurrencias lineales. Recordaremos la sucesión de Fibonacci y otras sucesiones clásicas, luego consideraremos la recurrencia lineal en la forma general. En un sistema de ecuaciones de la forma

$$x_k + \alpha_1 x_{k-1} + \cdots + \alpha_d x_{k-d} = 0,$$

donde  $\alpha_1, \dots, \alpha_d$  son algunos números dados y  $(x_k)_{k=0}^{\infty}$  es la sucesión incógnita. El polinomio característico de esta recurrencia lineal se define como

$$t^d + \alpha_1 t^{d-1} + \cdots + \alpha_d t^0.$$

Se sabe que si el polinomio característico tiene  $d$  raíces diferentes  $z_1, \dots, z_d$ , entonces la solución general de la recurrencia lineal puede escribirse como combinación lineal de progresiones geométricas  $C_1 z_1^k + \cdots + C_d z_d^k$ , donde los coeficientes  $C_1, \dots, C_d$  se determinan por las condiciones iniciales. Consideraremos un caso particular cuando las condiciones iniciales son del tipo "delta de Kronecker", esto es, entre los valores iniciales hay un 1 y los demás son 0. Las soluciones correspondientes, que pueden llamarse las soluciones básicas, por las fórmulas de Cramer pueden escribirse como sucesiones de polinomios de Schur. Finalmente, la solución general de la recurrencia lineal será escrita en un forma muy explícita y concisa, como una suma de las condiciones iniciales multiplicadas por ciertos polinomios de Schur. Este estudio está basado en trabajos de William F. Trench y de Alain Lascoix, y fue parcialmente apoyado por el proyecto de investigación IPN-SIP 20170660.

**Menores de Toeplitz y polinomios de Schur sesgados.** (CI)

*Mario Alberto Moctezuma Salazar, Egor Maximenko (m.a.mocte@gmail.com)*

Las matrices de Toeplitz se han estudiado durante los últimos 100 años, por sus propiedades matemáticas y por sus numerosas aplicaciones. En esta sesión explicaremos, cómo expresar los menores de matrices Toeplitz en términos de los polinomios de Schur sesgados, y de esta manera encajar varios resultados sobre matrices de Toeplitz en la teoría de polinomios homogéneos simétricos. Esto también nos permite deducir algunos resultados clásicos de Trench sobre los cofactores y los vectores propios. Nos basamos en la fórmula de Vieta que representa los coeficientes de un polinomio de una variable como polinomios elementales simétricos de sus raíces, en las fórmulas de Jacobi-Trudi para los polinomios de Schur sesgados y en las ideas de un artículo reciente de Alexandersson. La investigación fue parcialmente apoyada por el proyecto IPN-SIP 20170660 y por el sistema de becas del Conacyt.

**Huellas digitales con geometrías finitas.** (CI)

*José Noé Gutiérrez Herrera (ngh@xanum.uam.mx)*

Se presenta un método de generar huellas digitales de documentos mediante el uso de geometrías finitas. El método propuesto es resistente a collusiones. Se mencionará la relación de esta construcción con códigos correctores de errores.

**Usando grupos para buscar biplanos.** (CDV)

*Eugenia O'Reilly Regueiro (eugenia@im.unam.mx)*

Un plano proyectivo es una estructura de incidencia con un conjunto de puntos  $P$  y un conjunto de líneas  $L$  tal que, entre otras cosas, cualesquiera dos puntos están en exactamente una línea. Hay una infinidad de ellos. Un biplano es una estructura de incidencia (finita) con un conjunto de puntos  $P$  y un conjunto de bloques  $B$  tal que, entre otras cosas, dos puntos cualesquiera están en exactamente dos bloques. Se conocen muy pocos ejemplos, y se conjetura que sólo hay un número finito de ellos. En esta charla veremos cómo la teoría de grupos nos puede ser útil en la búsqueda de ejemplos adicionales.

**Aspectos algebraicos de los autómatas celulares.** (CDV)

*Alonso Castillo Ramírez, Maximilien Gadouleau (alonso.castillor@academicos.udg.mx)*

Esta será una plática de divulgación sobre algunos aspectos algebraicos de los autómatas celulares.

**A gentle introduction to clones, and their applications. (CI)**

Edith Mireya Vargas García, Mike Behrisch y John K. Truss (alemaniamir5@gmail.com)

En esta plática mencionaré la importancia del estudio de *Clones* tanto en las matemáticas (álgebra universal), como en las ciencias de la computación. Empezaré con una introducción gentil a clones, resumiendo los resultados en la teoría de clones y concentrándome en los más recientes. Finalmente, mencionaré la conexión de clones con la identificación de las subclases solubles en tiempo polinomial de los *Problemas de Satisfacción de Restricciones* (Constraint Satisfaction Problems (CSPs)) y si el tiempo lo permite, daré los resultados obtenidos en la reconstrucción de la topología natural que se encuentra en los clones.

**Introduction.** *Clones* (also known as *function algebras*) are sets of finitary operations on a fixed carrier set that contain all projections and are closed under composition. They play an important role in modern universal algebra due to the fact that the set of all term operations of a universal algebra  $\mathbb{A}$ , always forms a clone. Clones can be seen as higher arity generalisations of *transformation monoids*. Moreover, clones carry a natural topological structure, provided by the *topology of point-wise convergence*, which is the same as the *product topology* if each factor space is equipped with the *discrete topology*, under this topology the corresponding clone becomes a topological clone.

A *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) of a finite relational structure  $\mathbb{B}$ , denoted by  $\text{CSP}(\mathbb{B})$ , can be expressed as the problem of deciding whether there exists a homomorphism  $\phi$  from a finite relational structures  $\mathbb{A}$  to  $\mathbb{B}$ . In this talk a gentle introduction to clones and their connection to CSPs is given.

**Dos construcciones del producto categórico en Loc. (CI)**

Luis Eduardo García Hernández (legh@ciencias.unam.mx)

Dentro de la categoría de Locales (algebras de Heyting completas superior mente), existe los productos conjuntos valuados el cual es un resultado conocido desde hace varias décadas con trabajos realizados por algunas personas como P. Jonhstone y otros matemáticos contemporáneos utilizando técnicas de C-ideales. En tiempos más recientes se realizó la construcción equivalente con técnicas sobre de relaciones saturadas sobre semirerículas inferiores. El objetivo de la plática es describir como este par de construcciones resultan isomorfas dentro de la categoría y explicar las ventajas de una sobre la otra.

**Series de Euler-Chow de haces proyectivos. (RT)**

Eladio Escobedo Trujillo, E. Javier Elizondo Huerta (eladio\_escobedo@hotmail.com)

Se dará la definición, y motivación, de las series de Euler-Chow de una variedad algebraica proyectiva. Se mostrarán algunos ejemplos conocidos, se mencionarán algunos resultados recientes y problemas abiertos.

**Los axiomas de Huzita-Hatori o de cómo doblar el álgebra. (CDV)**

Rodrigo Domínguez López, Yanh Vissuet Oliver (rod-21@hotmail.com)

Las ideas del arte de "doblar papel" ha permitido encontrar soluciones prácticas a problemas imposibles de resolver con regla y compás, en esta plática se resuelven dos de los 3 famosos problemas de la antigüedad así como la solución de las ecuaciones de grado menor a 4 con coeficientes racionales. Siguiendo el enfoque de los números complejos construibles con regla y compás y su relación con la Teoría de Galois, los axiomas de Huzita-Hatori permiten definir los números de origami, que generalizan a los números construibles con regla y compás. Por último se verá que el compás es prescindible si sólo se usan "doblecetes".

**Grupos sóficos y aproximación métrica de grupos. (CI)**

Luis Manuel Rivera Martínez (luismanuel.rivera@gmail.com)

Los grupos sóficos fueron definidos por Gromov en conexión con una conjetura de Gottschalk. Esta clase de grupos a generado gran cantidad de investigación en los últimos años porque se ha demostrado que cumplen varias conjeturas aun abiertas para grupos en general. Los grupos hiperlineales fueron definidos por Radulescu quien demostró que cumplen la conjetura del encaje de Connes en su versión para grupos. A la fecha no se conocen ejemplos de grupos que no sean sóficos o hiperlineales. Las definiciones de ambas clases de grupos son en cierto sentido análogas y se pueden pensar dentro de una clase de reciente estudio conocida como los grupos que tienen la propiedad de aproximación métrica. En esta plática se dará un breve panorama del estudio de dichas clases de grupos.

**Una conexión de Galois con gráficas. (RI)**

Martin Ortiz Morales, Omar Fidencio Serrano Aceves (mortizmo@uaemex.mx)

Sea  $G = (V, A)$  una gráfica y  $H$  una subgráfica de  $G$ . Denotemos por  $\text{Aut}(G, H)$  al conjunto de automorfismos de  $G$  que dejan fijos a los vértices de  $H$ . Veremos algunos resultados interesantes en la conexión de Galois, inducida por  $H \mapsto \text{Aut}(G, H)$ , entre la retícula de subgráficas de  $G$  y la retícula de subgrupos de  $\text{Aut}(G)$ .

**Categorías de Biconjuntos y las contrucciones.** (CI)

Gerardo Raggi, Robert Boltje. Luis Valero (agraggi@gmail.com)

A partir de la teoría de Biconjuntos damos construcciones que generalizan a los funtores de biconjuntos y los funtores de Mackey. También generalizamos las construcciones “más” de la teoría de Funttores de Mackey a la teoría de Funttores de Biconjuntos.

**La correspondencia de McKay y el invariante eta.** (RT)

Guadalupe Castillo Solano (guadalupe.csln@gmail.com)

En esta charla hablaremos de 1) la técnica de explosiones para encontrar la resolución minimal de singularidades de tipo ADE y la gráfica dual asociada a dicha resolución, 2) la clasificación de los subgrupos finitos de  $SL(2, C)$  usando la de  $SO(3)$ , 3) las singularidades ADE son isomorfas a el espacio de órbitas  $C^2/G$ , con  $G$  un subgrupo finito de  $SL(2, C)$ , 4) las representaciones irreducibles de dichos subgrupos finitos y su gráfica de McKay asociada 5) el invariante eta para operadores elípticos y cómo se calcula para algunos casos usando representaciones de subgrupos finitos de  $S^3$  6) el caso particular  $G =$  binario icosaédrico, para calcular elemento en K-teoría algebraica.

**Digrupos.** (RT)

Harry Esmith Guzmán Guzmán (harry.guzman@cimat.mx)

En la primera parte de la plática se tratarán nociones básicas de digrupos, tales como un poco de historia de su origen, definiciones, propiedades y similitudes con los grupos de Lie. En la segunda parte entramos al tema de acciones de digrupos, el cual es un tema nuevo y generaliza el concepto de acción de grupo. Por último hablaremos de algunas conclusiones acerca de la importancia de los digrupos tanto desde el punto de vista algebraico como geométrico.

**Equivalencias de Funciones Musicales actuando sobre Acordes.** (CDV)

Javier Castro Salgado, Iván Guadalupe Mendoza Alonzo (jabo\_guit@hotmail.com)

Una rama de la teoría moderna de la música estudia las transformaciones ocasionadas por una función actuando en un conjunto de eventos musicales (tonos, ritmos, timbres, etc.).

Ejemplos de funciones que actúan sobre tonos son: Transposición e Inversión (transformaciones similares a las Traslaciones y Reflexiones) que pertenecen al grupo  $TI$ , y Paralela, Intercambio de la séptima y Relativa, que conforman al grupo  $PLR$ . El presente trabajo se limitará a estudiar estos dos grupos de funciones actuando sobre ciertos conjuntos de tonos, llamados Acordes. Aunque dichos Acordes son conjuntos con una estructura que proviene del sistema diatónico, es posible estudiarlos como Conjuntos de Tonos Clase.

Un Tono Clase es un representante de todos los tonos que son equivalentes por octava y por enarmonía. Dado que el espacio de una octava se puede dividir en 12 elementos (en una escala cromática bajo temperamento igual), se tiene una partición de 12 Tonos Clase distintos los cuales se designan con notación en números enteros positivos, por lo cual se trabaja en un sistema modular  $\mathbb{Z}_{12}$ .

Una función del grupo  $PLR$  puede ser calculada por medio de una función del grupo  $TI$  si primero se establece una correspondencia entre las funciones de ambos grupos. Es decir, si  $f \in TI$  y  $g \in PLR$ , se busca establecer una equivalencia de manera que  $f = g$ . Para ello es necesario primero estudiar cada uno de estos dos grupos y entender las propiedades de las funciones que las hacen equivalentes al actuar sobre Acordes.



## Análisis

Coordinadores: Víctor Alberto Cruz Barriguet, Jorge Rivera Noriega

Lugar: Yelizcalli “002”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	José Antonio Gómez	Sergio Daniel Vera	Judith Campos C.
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Blanca Y. Radillo	Karla Lorena Cortez	Josué Ramírez Ortega	Antonio L. Baisón
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Salvador Valenzuela	Raybel Andrés García	Moisés Soto Bajo	Jessica Vazquez
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Salvador Pérez-Esteva	Martha Guzmán P.	Fco Marcos López	Cesar Octavio Perez
12:00–12:30	Guillermo Grabinsky			Sheila Keren Palacios	Sofía Ortega C.
12:30–13:00		Emilio Marmolejo Olea	Hugo Ocampo Salgado	Giovanni A. Wences	
13:00–13:30	Francisco J. Torres	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Celia Avalos Ramos				
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	Juan H. Arredondo	José Luis Carrasco			
17:30–18:00	Miguel A. Rodríguez	Salvador Sánchez P.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Ronald R. Jiménez	Oswaldo Flores M.			
18:30–19:00	Omar Sánchez A.	Germán S. López			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

### Conjuntos no medibles (Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Análisis). (CDV)

Guillermo Grabinsky Steider (ggrab@itam.mx)

Se presentarán ejemplos sorprendentes de subconjuntos no medibles y algunos métodos para construirlos.

### Probabilidad no conmutativa, tipos de independencia y productos de gráficas. (CI)

Francisco Javier Torres Ayala, Octavio Arizmendi Echegaray (tfrancisco.math@gmail.com)

En el área de la probabilidad no conmutativa, se reemplazan las variables aleatorias por operadores actuando en espacios de Hilbert; el papel de la esperanza está interpretado por un estado (funcional lineal positivo) y la noción de independencia asombrosamente resulta no ser única. En este contexto se sabe que existen cuatro tipos de independencia, a saber: clásica, booleana, libre y monótona. En la primera parte de esta charla se muestra la relación de estos tipos de independencia y cuatro productos de gráficas con raíz (a saber: cartesiano, estrella, libre y peine, respectivamente). En la segunda parte se presenta una interpolación entre las independencias booleana, libre y monótona y su contraparte en el contexto de producto de gráficas con raíz.

### Medidas vectoriales y su relación con los operadores lineales. (CDV)

Celia Avalos Ramos (celia.avalos@cimat.mx)

Gran parte de la teoría de los espacios de Banach se ha desarrollado desde los años treinta del siglo pasado; a la par de este desarrollo empieza a estudiarse la integración y diferenciación de las funciones con valores en un espacio de Banach y el papel que este juega en las propiedades de estas funciones. A partir de aquí surge la noción de medida vectorial. El objetivo de la charla es dar una breve introducción a la teoría de medidas vectoriales y como es que a través de ellas se pueden estudiar a los operadores lineales entre espacios de Banach.

**Operadores tridiagonales asociados a desplazamientos. (CI)**

Benjamín Itzá Ortíz, Christian Hernández Becerra (itza@uaeh.edu.mx)

En esta charla discutiremos una forma de asociar operadores tridiagonales a sucesiones biinfinitas de símbolos en un conjunto (o alfabeto) finito. Se presentarán algunas herramientas poderosas de varios matemáticos para calcular el espectro y rango numérico de esta clase de operadores. Para el caso que el alfabeto consista únicamente de los números cero y uno (el lenguaje binario usual), se mostrarán pruebas elementales de tales resultados en las cuales se ocupan la Desigualdad de Ptolomeo y el Problema de Herón, entre otros.

**Operadores de Toeplitz con símbolo continuo en el espacio de Hardy y en el espacio de Bergman sobre el disco unitario. (CI)**

Miguel Ángel Rodríguez Rodríguez, Egor Maximenko (herr-rodriguez@hotmail.com)

Los operadores de Toeplitz son una de las clases más sencillas y naturales de operadores lineales acotados que actúan en un subespacio cerrado  $H$  del espacio  $L^2$ . Se definen partiendo de un operador de multiplicación  $M_f$ , que multiplica cualquier función por una función  $f$  fija llamada el "símbolo". Ya que el factor de multiplicación  $f$  podría modificar la imagen del operador, se compone el operador con la proyección ortogonal  $P$  sobre del espacio  $H$ , de suerte que su imagen esté en el espacio original. A esta composición  $PM_f$  se le conoce como el operador de Toeplitz con símbolo  $f$ . Estudiamos las álgebras  $C^*$  de operadores de Toeplitz con símbolo continuo sobre el disco unitario cerrado en dos casos diferentes: cuando actúan en el espacio de Hardy y cuando actúan en el espacio de Bergman sobre el disco unitario. En el último caso "despreciamos" los operadores compactos, es decir, consideramos el cociente del álgebra en cuestión sobre el ideal de operadores compactos. Demostramos que estas álgebras son isomorfas al álgebra  $C^*$  de funciones continuas en la circunferencia unitaria. Al estudiar el caso del espacio de Bergman se verifica que los operadores de Toeplitz con símbolo continuo son compactos si y solo si su símbolo se anula en la frontera del disco. En este sentido, se puede decir que la parte esencial de estos operadores radica en los valores que tome su símbolo en la frontera. Siguiendo esta idea, construimos finalmente una demostración alternativa de la relación entre las álgebras  $C^*$  del espacio de Hardy y del espacio de Bergman. Este trabajo es una compilación de los trabajos clásicos de Gohberg, Douglas, Coburn, Vasilevski, y de otros matemáticos. El trabajo fue parcialmente apoyado por el proyecto IPN-SIP 20170660.

**Introducción al caos lineal (con aplicaciones en operadores de Toeplitz). (CDV)**

Ronald Richard Jiménez Munguía (rjimenezmunguia@gmail.com)

En años recientes los conceptos de caos lineal e hiperperiodicidad han tomado realce en teoría de operadores. El problema de decidir si cualquier operador en un espacio de Hilbert separable tiene un subespacio cerrado invariante no trivial es un problema abierto, esto en gran medida es la motivación de los conceptos de hiperperiodicidad y caos lineal. El estudio de estos conceptos se centra en estudiar la densidad de órbitas de vectores bajo un operador sobre un espacio de Hilbert. En esta plática se presentan estos conceptos y se dan algunos ejemplos clásicos de operadores caóticos e hiperperiódicos. Además se presentan resultados de hiperperiodicidad en unos operadores clásicos como lo son los operadores de Toeplitz sobre el espacio de Hardy-Hilbert.

**El teorema de extensión de Whitney-Fefferman. (RT)**

Omar Sánchez Antonio (omarmat91@gmail.com)

Sean  $f: E \rightarrow \mathbb{R}$  una función definida en un conjunto  $E \subset \mathbb{R}^n$  y  $m \geq 1$  un entero. ¿Cómo decidir si  $f$  admite una extensión de clase  $m$ ?, es decir, ¿cuándo existe  $F \in C^m(\mathbb{R}^n)$  tal que  $F|_E = f$ ? La pregunta anterior se conoce como **problema de extensión**. Una solución a este problema es el teorema de extensión de Whitney, tal solución requiere que existan candidatos a polinomios de Taylor de  $f$  que satisfagan *a priori* las condiciones de residuo de Taylor. Un punto de vista más general del problema de extensión, es el **problema de traza**, en  $C^m(\mathbb{R}^n)$ , que a diferencia del teorema de extensión de Whitney, busca caracterizar en términos intrínsecos el conjunto de restricciones  $F|_E$ , donde  $F \in C^m(\mathbb{R}^n)$ , por lo que se buscan condiciones sobre  $f$ , de tal forma que  $f$  sea la restricción de una función  $C^m(\mathbb{R}^n)$ . En esta plática se da un esquema de la solución para el problema de traza en  $C^m(\mathbb{R}^n)$  diseñada por Charles Fefferman, la cual conduce a un **problema de aproximación finito**. Con esta herramienta C. Fefferman resuelve por completo el problema de extensión.

**Problema de restricción de la transformada de Fourier. (RT)**

Blanca Y. Radillo Murguía (blanca\_murguia@ucol.mx)

Históricamente, el problema de restricción se origina al estudiar la transformada de Fourier de funciones  $p$ -integrables en el espacio euclideo  $\mathbb{R}^n$ , para  $n \geq 2$ . Si  $f$  es una función en  $L^1$ , obtenemos que la transformada de Fourier  $\hat{f}$  es una función acotada y continua en  $\mathbb{R}^n$  que se va a cero al infinito. Por otro lado, si  $f$  está en  $L^2$ , la transformada de Fourier  $\hat{f}$  está también en  $L^2$ . De hecho, por la desigualdad de Hausdorff-Young, si  $f \in L^p$ ,  $2 \leq p \leq \infty$ , entonces  $\hat{f} \in L^{p'}$  donde  $p'$  es el exponente conjugado de  $p$ . Ahora, es natural cuestionarnos el comportamiento de la transformada de Fourier para una función  $f$  en  $L^p$  con  $1 < p < 2$ . El problema de restricción, uno de los problemas abiertos en análisis armónico, fue puesto explícitamente por Elias Stein en 1967, para el cual, decimos que

tenemos restricción  $R_S(p, q)$  si se satisface que para toda función  $f \in L^p(\mathbb{R}^n)$ , tenemos  $\|\hat{f}|_S\|_{L^q(S, d\sigma)} \leq C\|f\|_{L^p(\mathbb{R}^n)}$  donde  $C$  es una constante,  $1 \leq p, q \leq \infty$  y  $S$  es una subvariedad compacta en  $\mathbb{R}^n$  con su medida canónica  $d\sigma$ . En esta ponencia, expondremos algunas técnicas de estimación de rangos donde garantizamos la restricción  $R_S(p, q)$  para el caso de la esfera unitaria  $S = \mathbb{S}^{n-1}$ .

#### Espacios de soluciones solenoidales de la ecuación vectorial de Helmholtz. (RI)

Salvador Valenzuela Díaz (salvadorvsky@gmail.com)

En esta plática se estudiarán espacios de Banach de soluciones solenoidales, es decir, campos vectoriales de divergencia cero, de la ecuación vectorial de Helmholtz en  $\mathbb{R}^3$ . Además, veremos que tales soluciones están relacionadas con las ecuaciones de Maxwell de tiempo armónico o en un medio simple. Por último, se definirá un operador integral dado por la transformada de Fourier de los campos tangenciales de cuadrado integrable sobre la esfera unitaria  $\mathbb{S}^2$  que generará pares de campos vectoriales satisfaciendo las ecuaciones de Maxwell de tiempo armónico, los cuales llamaremos pares de Herglotz electromagnético.

#### Matemáticas alrededor de la ecuación de Helmholtz. (CI)

Salvador Pérez Esteva (spstevea@im.unam.mx)

La idea de la plática es contar de manera general acerca de mi interés en la ecuación de Helmholtz. Junto con mis colaboradores he estudiado por varios años problemas relacionados a dicha ecuación desde varios puntos de vista, incluidos el Análisis de Fourier, el Análisis Funcional y en particular en los espacios de funciones núcleo reproductor. Desde el punto de vista de las ecuaciones en derivada parciales me han interesado las asintóticas de ciertas clases de soluciones y los problemas de dispersión.

#### Los patrones de campo lejano bajo la acción del momento angular. (CI)

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

Los patrones de campo lejano describen el comportamiento asintótico de las soluciones de la ecuación de Helmholtz radiantes. Son funciones definidas en  $L^2$  de la esfera unitaria con un cierto decaimiento y son de suma importancia para problemas inversos de dispersión. Por otro lado, el momento angular es un operador diferencial con coeficientes variables muy usado en la mecánica clásica. Vamos a presentar como actúa este operador primero en soluciones radiantes de la ecuación de Helmholtz y luego vamos a calcular su patrón de campo lejano. Presentaremos en detalle el caso escalar y mencionaremos después el caso vectorial y algunas de sus variantes.

#### Funciones maximales y operadores promedio. (RT)

Yingying Wu, Martha Guzmán Partida (Yyingw94@gmail.com)

Se presentan los clásicos resultados de acotación de la función maximal y el operador promedio de Hardy-Littlewood en los espacios  $L_p$  y los espacios de Morrey. Para obtener la acotación de la función maximal presentaremos los teoremas de cubrimiento de Vitali y de Besicovitch, que nos ayudará a conseguir una desigualdad de tipo débil  $(1, 1)$  y de tipo  $(\infty, \infty)$ , posteriormente aplicando el teorema de interpolación de Marcinkiewicz se concluirá lo que se quería. Para el operador promedio de Hardy se darán condiciones necesarias y suficientes para encontrar la acotación.

#### El operador de convolución en la teoría de representación de espacios de funciones. (CI)

Juan Héctor Arredondo Ruíz, María G. Morales Macías (iva@xanum.uam.mx)

Una aplicación del teorema de factorización inicialmente probado por Rudin y generalizado después por Cohen en el caso particular de las funciones Henstock-Kurzweil integrables conduce a una teoría de representación de las funciones usando el operador de convolución, y además nos muestra un camino a las álgebras de Banach mediante la teoría de integración generalizada.

#### Sobre la integral de Riemann, la integral Lebesgue y la integral de Henstock-Kurzweil. (CDV)

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

En la plática se mostrará los orígenes de estas integrales, así como las analogías y diferencias que tienen.

#### La transformada de Fourier multidimensional para funciones de variación acotada en el sentido de Hardy. (RT)

Oswaldo Flores Medina, Francisco Javier Mendoza Torres (hmfono@hotmail.com)

Dada una función  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ ,  $n > 1$ , su transformada de Fourier, como integral, se expresa por

$$\hat{f}(\omega) = k \int_{\mathbb{R}^n} f(x) e^{-i\langle x, \omega \rangle} dx, \quad (1)$$

con  $x, \omega \in \mathbb{R}^n$ ,  $\langle x, \omega \rangle$  es el producto escalar euclidiano usual y  $k$  es una constante apropiada. Sabemos que la transformada de Fourier está bien definida cuando  $f \in L^1(\mathbb{R}^n)$ , pero si no es el caso, puede no estar definida o no tener representación integral. En esta plática mostraremos que la transformada de Fourier está bien definida sobre  $\mathbb{R}^n$ , para funciones que son de variación acotada en el sentido de Hardy y a la vez son Henstock integrables. Se probará que en esta intersección existen funciones que no pertenecen a  $L^1(\mathbb{R}^n)$ , por lo que nuestro resultado amplía el espacio de funciones donde la transformada de Fourier existe y puede ser expresada como una integral multidimensional. Enunciaremos algunas propiedades básicas de esta transformada.

#### Oscilador armónico y estados coherentes. (CDV)

*Germán Sameed López Paredes, Armando Sánchez Núngaray (jedisam@hotmail.es)*

El objetivo de este trabajo, es estudiar los estados Coherentes en el espacio de Fock (o  $n$ -espacio), el cual es generado por las funciones propias de la ecuación de Schrödinger para el oscilador armónico (este es el potencial introducido en la ecuación de Schrödinger), lo que incluye su representación en dicho espacio, el cual estará originado por la acción del operador de desplazamiento sobre el estado fundamental del oscilador armónico, después nos centraremos en sus expansiones en serie sobre este espacio, también estudiaremos su evolución temporal y una característica muy importante, que forman una base "sobrecompleta" que no es ortogonal, además de otras propiedades, como el hecho de que minimiza el principio de Incertidumbre, para llegar a esto, procederemos a resolver la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo en una variable espacial, ya que con esto será suficiente, por el método de factorización introducido por Paul Dirac, este método es el que nos desarrollará gran parte de la teoría que utilizaremos para estudiar a los estados coherentes, después resolveremos la misma ecuación por un método analítico, para complementar lo estudiado con el método anterior, finalmente probaremos que las funciones propias del operador Hamiltoniano para el oscilador armónico forman una base ortonormal para  $L^2(\mathbb{R})$ , se explicarán de manera introductoria resultados de teoría de operadores (no acotados), espacios de Hilbert, centrarnos en los operadores de posición y momento, además de mencionar los postulados de la mecánica cuántica que nos serán de utilidad.

#### Cuentos, visiones e historias de teoremas del valor medio. (CI)

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

Se dará un pequeño panorama del desarrollo de los teoremas del valor medio, desde los clásicos del siglo XIX hasta versiones relativamente nuevas. Todo de manera elemental y con interpretaciones geométricas.

#### Unicidad de los multiplicadores de Lagrange en diversos problemas de optimización. (RT)

*Karla Lorena Cortez del Río, Javier F. Rosenblueth (kcortez\_matem@outlook.com)*

En 1985, Kyparisis mostró que la unicidad de los multiplicadores de Lagrange asociados a una solución de un problema de optimización en dimensión finita, es equivalente a cierta condición de normalidad con respecto a un conjunto determinado por el signo de dichos multiplicadores, la llamada "restricción de cualificación estricta de Mangasarian-Fromovitz". En esta plática mostramos que este resultado puede generalizarse a problemas de cálculo de variaciones y control óptimo con restricciones isoperimétricas, obteniendo así una caracterización de la unicidad de los multiplicadores de Lagrange, mientras en el caso de restricciones no isoperimétricas, esta generalización da lugar únicamente a una condición de suficiencia.

#### Sistemas de polinomios contragénicos ortogonales en dominios esferoidales. (CI)

*Raybel Andrés García Ancona, Michael Porter K., Joao Pedro Morais (ragarcia@math.cinvestav.mx)*

Un resultado muy conocido dentro del análisis complejo dice que toda función armónica  $u: D(0; 1) \rightarrow \mathbb{C}$ , donde  $D(0; 1)$  denota el disco unitario, es expresable como la suma de una función holomorfa y una función antiholomorfa. Este resultado tiene muchas aplicaciones; por ejemplo, es posible desarrollar métodos, como el método de Fornberg, para encontrar mapeos conformes definidos sobre  $D(0; 1)$ . Por otra parte, existen muchas generalizaciones para las funciones monogénicas en el álgebra de cuaterniones ( $\mathbb{H}$ ), álgebras de Clifford y funciones monogénicas de  $\mathbb{R}^3$  a  $\mathbb{H}$ . Sin embargo, la generalización natural para las funciones monogénicas de  $\mathbb{R}^3$  a  $\mathbb{R}^3$  no se cumple (véase [1]). En consecuencia, es posible encontrar funciones armónicas que son ortogonales al sistema de funciones monogénicas y antimonogénicas en el sentido de  $L_2$ , denominadas funciones contragénicas. En [1] se calculó la base ortogonal de los contragénicos para la bola  $B^3$ . En esta plática, basados en resultados obtenidos recientemente por el doctor Michael Porter K. (CINVESTAV), el doctor Joao Morais (ITAM) y el ponente, se construirán polinomios monogénicos para esferoides de la forma  $x^2 + (y^2 + z^2)/e^\nu$ ,  $\nu \in \mathbb{R}$ , una expresión de éstos en términos de los monogénicos esféricos y sistemas de polinomios contragénicos de grado  $n$  que son base para el conjunto de polinomios contragénicos de grado a lo más  $n$ .

**Referencias:** [1] C. Álvarez-Peña, R. M. Porter, (2013), *Contragentic functions of three variables*, Complex Anal. Oper. Theory. 7:1.



**Algunas representaciones para espacios de funciones localmente integrables. (CDV)**

*Martha Dolores Guzmán Partida (martha@gauss.mat.uson.mx)*

Una manera de estudiar el comportamiento de funciones definidas, por ejemplo, en el espacio euclideo, es descomponer su dominio en piezas de cierta naturaleza. En esta charla, platicaremos de algunas representaciones interesantes que se obtienen al considerar descomposiciones diádicas en el dominio de familias de funciones localmente integrables en el espacio euclideo y de familias de funciones holomorfas en el disco unitario.

**Sobre un criterio de invertibilidad de operadores sobre espacio de Hardy  $H^p(\mathbb{R}^n)$ , para algunas  $p < 1$ . (RI)**

*Hugo Ocampo Salgado, Jorge Rivera Noriega (hugocampo10@gmail.com)*

A partir de operadores invertibles en  $L^p(\mathbb{R}^n)$ , con  $p \in (1, \infty)$ , invertibles en el espacio de Hardy  $H^1(\mathbb{R}^n)$  y una condición de control en la norma  $|T\alpha(x)|$  del operador  $T: H^p(\mathbb{R}^n) \rightarrow H^p(\mathbb{R}^n)$ , para algunas  $p < 1$ , se puede demostrar que  $T$  es invertible. El objetivo de esta presentación es analizar el control sobre la cantidad  $|T\alpha(x)|$  y obtener así la invertibilidad del operador  $T$ . Este mismo requerimiento es la razón del rango del parámetro  $p$  menor a 1. Finalmente se mencionarán algunas aplicaciones de la invertibilidad de operadores  $T: H^p(\mathbb{R}^n) \rightarrow H^p(\mathbb{R}^n)$ .

**Sistemas multi-escala y multi-dirección provenientes del análisis armónico y sus aplicaciones. (CI)**

*Sergio Daniel Vera Rea (daniel.vera@itam.mx)*

El análisis de Fourier encuentra gran cantidad de aplicaciones en las ecuaciones diferenciales, procesamiento de señales e incluso en la teoría analítica de números. Una desventaja es que los elementos de la base ortonormal (exponenciales complejas) no están localizadas en el tiempo. Tampoco son bases incondicionales de los espacios de Lebesgue cuando  $p$  no es igual a 2 y para muchos otros espacios del análisis funcional. Las wavelets u ondículas enmiendan estas deficiencias de las exponenciales complejas. Así, gran cantidad de espacios funcionales encuentran una caracterización con el sistema de wavelets. Una desventaja de las wavelets en dimensiones mayores a 1 es que, debido a sus dilataciones isotrópicas, capturan sólo singularidades puntuales. Para remediarlo, se han introducido sistemas multi-escala y multi-direccionales, siendo las shearlets sólo un ejemplo. Revisaremos rápidamente el análisis tiempo-frecuencia y tiempo-escala para posteriormente definir las shearlets y sus aplicaciones a las matemáticas y al procesamiento de señales.

**Wavelets y el Teorema de Peter-Weyl. (CDV)**

*Josué Ramírez Ortega, Yéssica Hernández Eliseo (jro3001@gmail.com)*

Por una parte el propósito es explicar a grandes rasgos el origen y algunas propiedades de las wavelets (ondículas) en  $L^2(\mathbb{R})$ , así como su aplicación en el procesamiento de imágenes a través del Análisis de Multi-resolución. Por otra parte, se propone ilustrar cómo el concepto de wavelet está involucrado en el teorema de densidad de Peter-Weyl, es decir, se propone mostrar de una manera accesible la generalización de series de Fourier en grupos compactos a través del concepto de wavelet.

**Sobre la convergencia de las Barras de Cantor. (CI)**

*Moisés Soto Bajo, Fernando Brambila Paz (moises.soto@fcfm.buap.mx)*

Durante las últimas décadas el estudio de las Barras de Cantor ha suscitado el interés de los investigadores, en áreas como la Geometría y el Análisis fractales, el Cálculo fraccionario y los Operadores integro-diferenciales fraccionarios, o las Ecuaciones diferenciales fraccionarias, teniendo implicaciones en diversos campos de la Física, Biología, etc. Sin embargo, hasta donde sabemos todavía no ha sido aclarada completamente la verdadera naturaleza de este objeto fractal. Para ello, es necesario describir sin ambigüedad el significado preciso que tiene el límite que lo define. En este trabajo se estudia matemáticamente esta convergencia en diferentes sentidos: puntualmente, en casi todo punto, en Espacios de Lebesgue, como medidas, como distribuciones, en Espacios de Sobolev fraccionarios... Las herramientas fundamentales utilizadas son el Análisis de Fourier combinado con variaciones de técnicas del Análisis multiescala desarrolladas en las últimas décadas, como son los algoritmos en cascada, las ecuaciones de escala, etc. En particular, se prueba una versión del Lema Peeling off que, a diferencia del caso clásico, proporciona una ley de crecimiento potencial. Esto conducirá al trabajo al marco de los Espacios de Sobolev fraccionarios. Pensamos que tanto las técnicas como los resultados aportan algo novedoso.

**Problemas de momento indeterminado relacionados a  $q$ -ecuaciones funcionales. (CI)**

*Francisco Marcos López García (flopez@matem.unam.mx)*

En este trabajo mostramos que las soluciones a ciertas  $q$ -ecuaciones funcionales resuelven ciertos problemas de momentos. Además presentamos caracterizaciones de las soluciones de tales ecuaciones funcionales.

**Una introducción a la teoría espectral de gráficas. (RT)**

*Sheila Keren Palacios Alvarado, Franciso Javier Torres Ayala (skpalacios@ciencias.unam.mx)*

La teoría espectral de gráficas es una de muchas que se encuentran en la encrucijada, al ser un punto de intersección de más de un área de las matemáticas y también un campo fértil a las aplicaciones. En esta ponencia, se resumirá de manera breve esta teoría y el enlace que representa entre el análisis funcional y la teoría de gráficas; así como algunos de sus resultados destacados; dando énfasis en la traducción de algunos conceptos del análisis a objetos y conceptos de la teoría de gráficas. En particular, se explorará la noción de convergencia en gráficas y una forma útil de calcular el radio espectral de una gráfica, usando una sucesión de gráficas convergentes a ella.

**El problema de transporte de masa de Monge-Kantorovich y una aplicación a imágenes warping. (CDV)**

*Giovanni Arquimedes Wences Najera (giovanni.wences@gmail.com)*

En esta charla plantaremos el problema de transporte de masa de Monge-Kantorovich y su problema dual. Se presentará bajo que condiciones tiene solución única y nos concentraremos en un problema de transporte muy particular, que es cuando la función de costo es la distancia Euclideana cuadrática. En este escenario hay una aplicación interesante la cual abordaremos y se trata sobre imágenes warping.

**Ejemplos y contra-ejemplos geométricos no triviales del cálculo y el análisis. (CDV)**

*Javier Fernández García (jafer01@ciencias.unam.mx)*

La idea es presentar una gama de ejemplos y contra-ejemplos no triviales de diversos resultados de funciones de una y varias variables, que son estudiados en los cuatro primeros cursos de cálculo y los dos primeros de análisis. Todos ellos acompañados del análisis geométrico correspondiente. Es a la vez una ponencia de investigación y de divulgación.

**La búsqueda de mínimos para funcionales no convexos en el Cálculo de Variaciones. (CI)**

*Judith Campos Cordero, Konstantinos Koumatos (judithcc@gmail.com)*

Algunos de los principios más elementales que rigen a la naturaleza están basados en procesos de minimización. Haremos un breve recuento de varios ejemplos en los que se expresa la optimización en la naturaleza. Finalmente, hablaremos de problemas fundamentales a los que aún se enfrenta el Cálculo de Variaciones vectorial y estableceremos algunos resultados de condiciones necesarias y suficientes para que un mapeo minimice a un funcional no convexo. Parte de estos resultados fueron obtenidos en colaboración con Konstantinos Koumatos (Sussex, Reino Unido).

**Ecuación de Beltrami conjugada con coeficiente en espacios de Sobolev. (RI)**

*Antonio Luis Baisón Olmo, Albert Clop, Joan Orobitg (baisón\_al@hotmail.com)*

Es sabido que las soluciones  $W_{loc}^{1,2}$  de la Ecuación de Beltrami Conjugada, también llamadas cuasiconformes, presentan una automejora de regularidad cuando el coeficiente de la ecuación tiene algún grado de diferenciabilidad. Prueba de ello la podemos encontrar en los trabajos de L. Baratchart et. al. cuando el coeficiente pertenece un espacio de sobolev  $W_c^{1,p}$  con  $p > 2$ . En esta situación Baratchart et. al. demuestran que las soluciones pertenecen al espacio de Sobolev  $W_{loc}^{2,p}$ . En esta charla extenderemos este resultado de Baratchart et. al. a otro tipo de soluciones y prescindiremos de la condición  $p > 2$ .

**Pedazos grandes de graficas Lipschitz es superficies omega-regulares. (RT)**

*Jessica Vazquez Ruiz (jessica.vazquez@uaem.mx)*

La definición de curva rectificable es bien conocida, de cursos básicos de Análisis Real. Intuitivamente se requiere que la curva sea bien aproximada por poligonales, para definir la buena aproximación se usa la llamada variación de una función. De hecho vemos que una curva rectificable puede reparametrizarse de manera que cada función coordenada sea una función Lipschitz. Nos proponemos en este trabajo describir una generalización de estas ideas. La generalización tiene dos vertientes: la primera es pasar de una curva 1-dimensional a una variedad de dimensión superior y la segunda, describir un nuevo sentido en que las funciones Lipschitz aproximan a estas variedades que llamaremos superficies.

**Expansión en series de Laurent de funciones bicomplejas. (CI)**

*Cesar Octavio Perez Regalado, María Elena Luna-Elizarrarás, Michale Shapiro (cperez.math@gmail.com)*

Consideramos la noción de las series de Laurent para la teoría de funciones holomorfas bicomplejas. Algunas propiedades básicas de estas son establecidas. Se presta especial atención a los conjuntos de convergencia y de divergencia de estas series.

**Fenómenos analítico-geométricos en varias variables complejas. (CI)**

*Sofía Ortega Castillo* (sofia.ortega@cimat.mx)

Esta es una charla introductoria a algunos fenómenos analítico-geométricos en varias variables complejas que rompen con el esquema en una variable. Por ejemplo, los dominios que admiten una función holomorfa que no se extiende a dominios más grandes están mucho más limitados en varias variables, como lo demuestran los dominios de Hartogs. Así, veremos caracterizaciones de los dominios de holomorfía, aquellos que capturan lo común en una variable. En particular hablaré de la pseudoconvexidad: una propiedad local analítico-geométrica de la frontera de un dominio, que en el caso de frontera  $C^2$  es una simple condición diferencial que pasa a términos complejos la condición real-diferencial de convexidad. También entraré en algunos detalles del caso especial de pseudoconvexidad estricta. Exhibiré además ejemplos y contraejemplos a las propiedades mencionadas. Si el tiempo lo permite, platicaré de lo correspondiente en dimensión infinita.

**Un módulo de suavidad relacionado con la K-funcional definida por Grundmann. (RT)**

*Miriam Cisneros Martínez, Jorge Bustamante González* (mayrlu04@hotmail.com)

En el artículo *Saturation Theorems for Bernstein Polynomials in Banach Subspaces of  $C(I, \mathbb{R})$* , Grundmann verifica, para ciertos subespacios de  $C(I, \mathbb{R})$ , una desigualdad directa en términos de una K-funcional determinada. Lo que se presenta en esta plática es una desigualdad similar, considerando un módulo de suavidad nuevo. Se muestra también de qué manera están relacionados el módulo propuesto y la K-funcional de Grundmann.

**Medidas de Radon en aproximación tipo Korovkin. (CI)**

*José Luis Carrasco Pacheco* (pacheco@mixteco.utm.mx)

Las medidas de Radon son importantes por si mismas, además de que existen distintas teorías en las matemáticas que las utilizan como por ejemplo: La Teoría de la probabilidad, del potencial, de representación integral y la Teoría de Aproximación. Este trabajo es sobre la importancia de las medidas de Radon en la Teoría de Aproximación. En 1953 el matemático ruso P. Korovkin estableció uno de los resultados más potentes en esta teoría. Se trata de un criterio que permite decidir cuándo una sucesión de operadores lineales y positivos  $K_n$  de  $C([0, 1])$  en  $C([0, 1])$  converge uniformemente al operador identidad  $Id$  de  $C([0, 1])$  en  $C([0, 1])$ , Korovkin estableció que basta con verificar que  $K_n$  converge uniformemente para  $1$ ,  $x$  y  $x^2$  (subconjunto de Korovkin). Esta plática abordará algunas propiedades importantes de estas medidas de Radon, en el marco de la Teoría de Aproximación, que las utiliza para determinar subconjuntos de Korovkin de un operador lineal y positivo  $T$  del espacio de Banach  $C(X)$  en  $C(Y)$ , pues estos subconjuntos de Korovkin para operadores lineales, están caracterizados precisamente por subconjuntos de Korovkin para medidas de Radon.



## Análisis Numérico y Optimización

Coordinador: Justino Alavez Ramírez

Lugar: Yelizcalli “102”, Facultad de Ciencias

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Saul Juan C. Salazar	Rogelio Cruz Romero	Harry Fdo Oviedo
9:30–10:00			Jorge Antonio Becerril	Ma. del Carmen Hdez	Jorge Z. Sánchez
10:00–10:30	RECESO		<b>Jorge López López</b>	Eduardo Macías Díaz	<b>Úrsula X. Iturrarán</b>
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>			Gerardo Hernández D.	
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO		Jose Antonio Medina	<b>Diana Assaely León</b>	José Julio Conde
12:00–12:30			Pablo Alexei Gazca		Jonás Velasco A.
12:30–13:00			Juan Eduardo Linares	Juan Antonio Vázquez	Abraham Toriz Cruz
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				Nohemi Alvarez J.	
17:30–18:00			<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
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			

**Transformación numérica del espacio de posición al espacio de momento vía cuadratura Gaussiana en el plano complejo. (RT)**  
 Saul Juan Carlos Salazar Samaniego, Robin Preenja Sagar (sssjarlos84@gmail.com)

Se evalúa un método para la evaluación numérica de integrales que implican funciones de Bessel del primer tipo, a través de una cuadratura Gaussiana no estándar. Este método utiliza cuadraturas Gaussianas especializadas basadas en funciones de peso que son funciones de Bessel modificadas del tercer tipo. Aplicamos el método para calcular el espacio momento a funciones de onda radial del átomo de hidrógeno bidimensional y del oscilador armónico a través de transformadas de Fourier en dos dimensiones o Hankel de las funciones en el espacio de posición. Los resultados muestran que el método funciona mejor para las regiones asintóticas o  $p$  grandes del átomo de hidrógeno. También mostramos que se pueden obtener resultados precisos para las regiones de argumento más pequeñas con el uso de cuadraturas de orden superior. Por otra parte el método falla en su aplicación al oscilador armónico.

**Normalidad débil para condiciones de segundo orden en el problema isoperimétrico de Lagrange. (RT)**  
 Jorge Antonio Becerril Gómez, Javier Fernando Rosenblueth Laguette (jorgebecerril88@gmail.com)

Algunas referencias clásicas en la literatura incluyen condiciones necesarias de segundo orden para el problema isoperimétrico de Lagrange en cálculo de variaciones que involucran restricciones en forma de igualdades y desigualdades. Dichas condiciones toman en cuenta, en los conjuntos de direcciones críticas, el signo de los multiplicadores de Lagrange del extremo en consideración. Sin embargo, se satisfacen bajo una hipótesis fuerte de normalidad relativa a un conjunto definido solo por las restricciones de igualdades de índices activos. En esta plática explicaremos cómo las mismas condiciones siguen siendo válidas bajo hipótesis más débiles, extendiendo así su rango de aplicabilidad, y cómo algunos de estos resultados se pueden generalizar a problemas de control óptimo para sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.

**Control y estabilización de un circuito de 3 juntas de Josephson. (CI)**  
 Jorge López López (jorge.lopez@ujat.mx)

A partir un modelo matemático en ecuaciones diferenciales ordinarias para un circuito de tres juntas de Josephson, donde las variables independientes son las fases de Josephson en cada junta, se aborda la solución de dos problemas, utilizando técnicas de optimización

y control: i) manipular la transición entre dos estados de equilibrio del circuito y ii) estabilizar la dinámica del circuito alrededor de un equilibrio inestable. Para resolver computacionalmente este problema se utilizan algoritmos de gradiente conjugado tanto en su versión cuadrática como no cuadrática. Se muestra la aplicación de la transición entre estados de equilibrio estables a la definición de operadores de Lectura/Escritura para memoria en supercomputación criogénica.

**Un nuevo algoritmo de tercer orden para resolver problemas de valor inicial en ecuaciones diferenciales ordinarias. (CI)**

*Jose Antonio Medina Hernández (joseamh6906@yahoo.com.mx)*

Se describen las ideas utilizadas como fundamento para el desarrollo de un nuevo algoritmo, útil para resolver problemas de valor inicial en ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden. Aunque su rapidez de convergencia es de tercer orden, su deducción está basada en conceptos geométricos elementales, siendo sus ecuaciones similares a las que se aplican en el método de Runge-Kutta de cuarto orden. Con el fin de evaluar su funcionamiento, se realizan comparaciones de resultados con algunos de los algoritmos tradicionales. Se muestra también la extensión de este método para su aplicación a sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden.

**Convergencia de aproximaciones de elemento finito para fluidos implícitamente constituidos. (CI)**

*Pablo Alexei Gazca Orozco, Endre Süli (gazcaorozco@maths.ox.ac.uk)*

En la mecánica de medios continuos clásica es necesario utilizar una relación constitutiva, la cual puede ser lineal (e.g. Navier-Stokes) o no lineal (e.g. fluidos no Newtonianos); aún cuando ésta es no lineal, típicamente se expresa de manera explícita. La teoría de materiales implícitamente constituidos generaliza lo anterior, permitiendo relaciones constitutivas implícitas y posiblemente multivaluadas. Esta plática se enfocará en el caso particular de un fluido viscoso no lineal y se demostrará la convergencia de aproximaciones de elemento finito a una solución débil del problema.

**Solución de sistemas de EDP's no-Lineales en el tiempo con el método de elementos finitos mixtos y su Implementación computacional. (CDV)**

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

Muchos problemas en ciencias aplicadas e ingeniería se presentan como sistemas de ecuaciones diferenciales parciales no-lineales en el tiempo, que se pueden resolver en el espacio mediante el método de elementos finitos en cualquiera de sus tres variantes: clásica, mixta y mixta-dual; mientras que en el tiempo se pueden resolver mediante el método de diferencias finitas. Se mostrará la comparación en términos del orden de convergencia y su desempeño de las tres formulaciones del método de elementos finitos mencionadas anteriormente y se explicará la ventaja que tienen las formulaciones mixtas para obtener una mejor aproximación en el cálculo de la velocidad. La implementación computacional se realizó mediante el lenguaje de programación Python 2.7 utilizando el Proyecto FEniCS, el cual es un software de código abierto y multiplataforma para Windows y Linux.

**Modelación analítica del tiempo de viaje de ondas sísmicas en medios estratificados. (RT)**

*Rogelio Cruz Romero, Emilia Fregoso Becerra (rogeliocrom@gmail.com)*

Mucho de lo que se sabe del interior de la Tierra procede del estudio de las ondas sísmicas, lo cual consiste en determinar con precisión el tiempo que las ondas necesitan para desplazarse; desde un terremoto hasta una estación sismológica. Con la sísmica de refracción se estudian los cambios en las trayectorias que experimentan las ondas al chocar con superficies de diferentes propiedades físicas, las cuales hacen que una parte de la energía se refleje y permanezca en el mismo medio que la energía original; y otra parte de la energía es refractada dentro del otro medio con un cambio en la dirección de propagación. Conforme la onda sísmica se aleja de la fuente y encuentra un medio de mayor velocidad, ocurrirán reflexiones, refracciones y difracciones. Esto genera frentes de onda que modifican los tiempos de arribo en puntos específicos, lo que se determina en este trabajo para medios estratificados. Para estudiar estos fenómenos se considera la Ley de Snell, la cual proporciona información suficiente para estudiar el cambio en la trayectoria de un rayo, aun cuando la amplitud de la onda o inclusive el tipo de propagación cambie. A partir de esta, se desarrollan los esquemas numéricos para llevar a cabo el modelado sísmico en medios bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D). En este trabajo se plantea el modelado del tiempo de viaje de las ondas sísmicas que atraviesan medios estratificados 2D usando la teoría de refracción sísmica. Además, se compararán con los resultados del modelado sísmico usando la técnica de Vidale, a partir de la ecuación eikonal. Esta ecuación relaciona el gradiente de los tiempos de viaje con la velocidad o lentitud.

**Modelación de sistemas hidrológicos bajo incertidumbre climática. (CI)**

*María del Carmen Hernández Rendón (carmen\_mex@yahoo.com.mx)*

Se presenta un modelo matemático y computacional para simular el comportamiento de flujo superficial y subterráneo tomando en cuenta tanto las condiciones hidrológicas actuales como los posibles efectos de la variabilidad y el cambio climático. El modelo está formado por un sistema de ecuaciones diferenciales parciales acoplado. Para su aproximación numérica se utiliza el método de

elemento finito usando prismas de base triangular; en los parámetros se incorporan las propiedades geo-hidrológicas del sistema así como escenarios climáticos de alta resolución; en el caso del flujo subterráneo, se utiliza un enfoque probabilístico para estimar la distribución espacio-temporal de la recarga. La simulación se lleva a cabo con base en sistemas de información geográfica debido a las ventajas que tiene para analizar las relaciones con los sistemas bio-físico y socio-económico. Se muestran y discuten los resultados obtenidos al aplicar el modelo en una región de la Cuenca del Valle de México.

#### **Simulación numérica de modelos de angiogénesis y vasculogénesis. (CI)**

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

El presente trabajo está motivado por el estudio de la vasculogénesis y la angiogénesis en el cuerpo humano. Recuérdese que la angiogénesis ocurre cuando nuevos vasos brotan de vasculaturas existentes en respuesta a estímulos químicos. Mientras tanto, la vasculogénesis ocurre a través de la reorganización de células distribuidas aleatoriamente en una red de vasos sanguíneos. Algunos modelos experimentales de vasculogénesis han sugerido que las células ejercen una fuerza de tracción sobre la matriz extracelular, y que estas fuerzas podrían jugar un rol preponderante en el proceso de formación reticular. Con el fin de estudiar el papel de las fuerzas químicas y mecánicas en ambas etapas de formación, se desarrollará un modelo en ecuaciones diferenciales parciales alineales que contempla la presencia de fuerzas de tracción celular en la matriz extracelular, una dinámica lineal de viscoelasticidad de la matriz, la quimotaxis, así como una dinámica de difusión celular típica. El sistema de ecuaciones diferenciales parciales es no singular, y varias condiciones de conservación son tomadas en cuenta con el fin de que el problema esté bien definido. Algunos resultados sobre la existencia y unicidad de soluciones serán presentados en la charla, así como algunas de las características de las soluciones de interés, incluyendo condiciones de positividad, acotación y conservación de masa. Como corolarios, se establecerán modelos macroscópicos para la dinámica de evolución de algunas cantidades físicas de interés, como la biomasa, la matriz extracelular, etc. En vista de las dificultades para obtener soluciones exactas, se presentará una discretización eficiente, numéricamente robusta y dinámicamente consistente, que preserva las características más importantes de las soluciones de interés. Dichas propiedades serán establecidas rigurosamente usando las técnicas de diferencias finitas y elemento sfinitos. Algunas simulaciones serán presentadas al final de la charla con el objeto de ilustrar las bondades del método. Finalmente, haremos notar que el modelo bajo estudio es una generalización de varios modelos complejos de advección-difusión-reacción, incluyendo muchos modelos de crecimiento de cáncer, biopelículas, películas delgadas, etc. Si el tiempo lo permite, se presentarán resultados numéricos para estos problemas.

#### **Un método híbrido para flujos de aguas someras con gradientes horizontales de densidad. (CI)**

*Gerardo Hernández Dueñas (hernandez@im.unam.mx)*

En este trabajo, se considera un modelo para flujos de agua somera que toma en cuenta gradientes horizontales de densidad. El modelo se puede derivar al promediar verticalmente las ecuaciones de Euler mientras se consideran fluctuaciones de densidad en direcciones horizontales. Un esquema upwind de tipo Roe se desarrollará y se mostrará como obtener las matrices de Roe correspondientes. El sistema es hiperbólico con dos ondas de choque y una discontinuidad de contacto asociada a interfaces entre regiones con saltos de densidad. El nuevo campo es degenerado con presión y velocidad como invariantes de Riemann. Mostraremos una estrategia híbrida que calcula de manera correcta las invariantes de Riemann cerca de las interfaces, lo cual agrega estabilidad y precisión al método. Se mostrarán soluciones numéricas en distintos casos que muestran los méritos del esquema.

#### **Controlabilidad de procesos de difusión sobre superficies. (CI)**

*Diana Assaely León Velasco, Héctor Juárez Valencia (assaely86@gmail.com)*

Muchos fenómenos físico-químicos modelados por EDP tienen lugar en las superficies del planeta Tierra, por lo que cabe preguntarse si es posible controlar algunos de ellos (por ejemplo, la contaminación). Los problemas de control sobre superficies son muy escasos; de hecho, buscando en la literatura encontramos el estudio teórico de Lebeau, pero no encontramos trabajos sobre la solución numérica de este tipo de problemas sobre superficies. Por lo tanto, en este trabajo se aborda el estudio de los problemas de control sobre superficies. En particular, se estudia numéricamente la controlabilidad de procesos de difusión sobre superficies en  $\mathbb{R}^3$ , como la esfera. Para lograr esto, empleamos una metodología que combina diferencias finitas para la discretización del tiempo, elementos finitos para la aproximación en el espacio y un algoritmo de gradiente conjugado para la solución iterativa de una función objetivo penalizada, con el objeto de encontrar el control óptimo asociado. Los tipos de problemas que se abordan en este trabajo son los de controlabilidad, es decir aquellos en donde el objetivo es llevar un sistema difusivo (modelado por ecuaciones diferenciales parciales) a un estado final deseado. Dado un intervalo de tiempo  $0 < t < T$ , un estado inicial  $y_0$  y un estado final  $y_T$  deseado, el objetivo es calcular el control  $u$ , actuando en un subdominio de la región de interés, que permita alcanzar el estado  $y_T$ , ya sea en forma exacta o aproximada.

#### **Método de Gradientes Conjugados. (CDV)**

*Juan Antonio Vázquez Morales, Guillermo López Mayo (cbtis257jvazquez@gmail.com)*

Entre los métodos iterativos para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, así como en la resolución de problemas de optimización sin restricciones, tales como el problema de minimización de energía, no es muy práctica la utilización de métodos

directo u otros métodos como la descomposición de Cholesky. En tales casos un método iterativo que puede ser de utilidad es el de Gradientes Conjugados desarrollado por Magnus Hestenes y Eduard Stiefel. En este trabajo, se hace una descripción del método de Gradientes Conjugados y cómo funciona como un método iterativo directo, se mencionan las propiedades de convergencia del mismo y se presenta un ejemplo numérico.

**Diferencias finitas generalizadas: aspectos de implementación, eficiencia y convergencia.** (CI)

*Francisco Javier Domínguez Mota, José Gerardo Tinoco Ruiz, Gerardo Tinoco Guerrero, Martha Leticia Ruiz, Daniel Santana, Miguel Ángel Rodríguez, Juan Salvador Lucas.* (dmota@umich.mx)

La aplicación de diferencias generalizadas en diversos problemas lineales y no lineales, en geometrías simples y complejas, ha dado muestra de una gran versatilidad. Es una alternativa confiable para la gran comunidad de usuarios de las diferencias al calcular aproximaciones numéricas, una opción competitiva al compararla con otros métodos si se implementa adecuadamente. En esta plática se realiza un comparativo con los elementos y los volúmenes finitos y se discuten ventajas y desventajas de la aplicación de los mismos, con énfasis en los aspectos centrales de la convergencia, y se proponen alternativas híbridas de empleo.

**Un método de búsqueda lineal con direcciones mixtas para optimización sobre la variedad de Stiefel.** (RI)

*Harry Fernando Oviedo Leon, Hugo J. Lara Urdaneta, Oscar S. Dalmau Cedeño* (harry.oviedo@cimat.mx)

En este trabajo, proponemos un algoritmo de búsqueda lineal no monótono para resolver problemas de optimización sobre la variedad de Stiefel. Nuestro método emplea como dirección de búsqueda una combinación lineal de dos direcciones de descenso tipo gradiente, y utiliza el tamaño de paso de Barzilai-Borwein para acelerar convergencia. La factibilidad de cada iterado esta garantizada por la proyección en cada iteración sobre el conjunto factible, por medio de la factorización SVD. Además, son presentados algunos resultados teóricos con el proposito de analizar el algoritmo. Finalmente, presentamos experimentos numéricos con la finalidad de demostrar la efectividad y la eficiencia del algoritmo propuesto.

**Método de funciones de base radial para la solución de problemas de optimización con restricciones de tipo convección-difusión.**

(CI)

*Jorge Zavaleta Sánchez, Pedro González-Casanova Henríquez* (geozs30@gmail.com)

La solución de problemas de optimización con restricciones que involucran ecuaciones diferenciales parciales (EDP) han sido escasamente tratados mediante métodos de funciones de base radial (FBR). Se sabe muy bien que los métodos de FBR pueden alcanzar una tasa de convergencia exponencial, además de ser flexibles para tratar con fronteras complicadas en varias dimensiones. En esta plática, dentro del contexto de la teoría de FBR, construimos y analizamos diferentes métodos para resolver problemas de optimización con restricciones de tipo convección-difusión. Específicamente, presentamos dos métodos de FBR locales: LAM-DQ basado en la combinación de un método asimétrico local (LAM) con el método de cuadratura diferencial (DQ) y LAM-LAM que usa dos veces el método asimétrico local. Ambas técnicas son usadas para resolver varios problemas de control distribuido con el objetivo de comparar su desempeño. Mostramos que estos métodos locales pueden alcanzar errores los cuales son comparables a los obtenidos mediante las técnicas de colocación global, pero usando un tiempo de cálculo el cual es considerablemente más rápido. Además, analizamos alternativas como el uso de precisión extendida y preconditionadores que permiten solventar el incremento en el condicionamiento de las matrices asociadas de estas técnicas y extender su uso a otra variedad de problemas de control.

**Inversión acústica de velocidades para modelos geológicos contruidos a partir de datos sísmicos usando redes neuronales artificiales.**

(CI)

*Úrsula Xiomara Iturrarán Viveros, Reymundo Itza, Jorge O. Parra* (ursula@ciencias.unam.mx)

Usando redes neuronales artificiales, supervisadas y sin supervision construimos diferentes modelos geológicos a partir de datos sísmicos de exploración del campo Tenerife en el Valle Medio de Magdalena en Colombia. Estos modelos permieten determinar capas geológicas con espesores y propiedades físicas las cuales sirven de modelos iniciales dentro de un proceso de inversión acústica mediante el cual se calculan los modelos de velocidades que mejor ajustan los resultados sintéticos (obtenidos con diferencias finitas o con métodos analíticos) con los datos reales adquiridos en el campo.

**Stable numerical solution of the Cauchy problem for the Laplace equation in a bounded annular region.** (CI)

*José Julio Conde Mones, Lorenzo Héctor Juárez Valencia, José Jacobo Oliveros Oliveros, María Monserrat Morín Castillo* (juliocondem@hotmail.com)

This work presents a numerical study of Cauchy problem for the Laplace equation in a bounded annular region. To solve this ill-posed problem we follow a variational approach based on its reformulation as a boundary control problem, for which the cost function incorporates a penalized term with the input data. This functional is equivalent a the Tikhonov functional with parametre of regularitation  $1/k$ , where  $k$  is the parametre of penelization. This functional is minimized by a conjugate gradient method in



combination with a finite element discretization and where the regularization parameter is chosen using Tikhonov regularization method. Numerical solutions in simple and complex domains show that this methodology produces stable and accurate solutions.

**Optimización bi-etapa de sistemas territoriales y ruteo vehicular mediante técnicas metaheurísticas. (CI)**

*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.

**Map Matching para el transporte público en Xalapa. (CI)**

*Abraham Toriz Cruz, Porfirio Toledo Hernández (awonderfulcode@gmail.com)*

Se planteará el proceso de modelación de un problema de optimización respecto al ajuste del registro de trayectorias de GPS a la red de vías públicas de la Ciudad de Xalapa, Ver. Ante el desconocimiento de la rutas del servicio de transporte público, por parte de los usuarios, una comunidad llamada "Codeando Xalapa" con ayuda del gobierno municipal, entre 2016 y 2017 organizó el proyecto denominado "Mapatón Xalapa". En dicho proyecto usuarios del transporte público a través de una aplicación móvil de celular realizaron el registro de alrededor de 140 rutas de transporte por GPS. Sin embargo estos registros difieren del trazado de la red de vías públicas de la ciudad, debido al error del GPS en la variedad de dispositivos usados para el rastreo. Asociados al problema de determinar las rutas reales realizadas por el paso de los vehículos del servicio de transporte público, se deberán resolver problemas de optimización y determinar algoritmos, como los de Dijkstras o  $A^*$ , que ayuden a resolver el problema. Se abordarán las ideas actuales y distintas propuestas de cómo conectar un problema de la ciudadanía xalapeña con un modelo matemático que permita obtener el resultado esperado.

**Un problema bi-nivel de creación de territorios de venta considerando satisfacción del cliente. (CI)**

*Dámaris Arizháy Dávila Soria, José Fernando Camacho Vallejo, Rosa Guadalupe González Ramírez, Samuel Nucamendi Guillén (damaris.davila@gmail.com)*

En este trabajo se analiza un problema de una compañía encargada de la distribución de cierto producto. Para realizar esto, primero se crean los llamados "territorios de venta" los cuales son un conjunto de clientes asignados a un repartidor. Una vez que los repartidores tienen asignados los clientes a los cuales darán servicio, ellos se encargan de realizar el ruteo tomando como objetivo minimizar los tiempos de espera de los clientes en cada ruta. Debido a la forma en que se toman las decisiones, este problema puede ser visto como un problema de programación bi nivel con múltiples seguidores. En el cual la empresa toma el papel del líder y cada uno de los repartidores son considerados los seguidores. Debido a la complejidad de este tipo de problemas, no existen optimizadores comerciales que puedan resolverlos, por lo que se propone un algoritmo heurístico para su solución. Se presentan resultados y algunas conclusiones al respecto.

**Generación de zonas económicas especiales en México usando programación lineal entera mixta. (CI)**

*Nohemi Alvarez Jarquin, Loecelia Ruvalcaba, Gabriel Correa, Nestor Cid-García (nohemi33@hotmail.com)*

En el año 2016, el gobierno de México presentó una ley para el establecimiento y operación de Zonas Económicas Especiales ZEEs con el firme objetivo de impulsar el crecimiento económico del país pero sobre todo de aquellas regiones que se encuentran en pobreza extrema. Una ZEE es una área geográfica delimitada dentro de las fronteras de un país la cual posee ciertos beneficios laborales y fiscales que permiten que la región pueda convertirse en un área altamente productiva para la inversión. La creación de una ZEE trae como consecuencia múltiples beneficios, tales como la generación de empleo, el crecimiento de exportación y, la transferencia de tecnología, solo por mencionar algunos. Los múltiples éxitos de otros países como China, la India, Taiwán, Singapur, Corea del Sur, entre otros, han motivado el desarrollo de este trabajo en donde se presenta una metodología para la creación de ZEEs en la región del Istmo de Tehuantepec, una región que pese a tener una ubicación privilegiada, recursos naturales y singularidad ecológica, sigue siendo una de las regiones más pobres del país. La metodología propuesta se basa en dos formulaciones matemáticas de programación lineal entera mixta que son resueltas a optimalidad y que consideran las especificaciones establecidas por la ley federal de ZEE para planear y establecer dichas zonas. Resultados experimentales basados en instancias reales validan la metodología y proporcionan una visualización gráfica de la solución.



## Biomatemáticas

Coordinadores: Beatriz Carely Luna Olivera, Aurora Espinoza Valdez

Lugar: Yelizcalli "101", Facultad de Ciencias

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Griselda Quiroz C.		
9:30–10:00			Roberto Ávila Pozos		
10:00–10:30	RECESO	José G Villavicencio	Elisa Domínguez H.		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Fernando Saldaña	Ugo E. Avila Ponce		
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Juan G Barajas	José Erasmo Pérez		
12:00–12:30	Mariana Benítez	Alejandro Peregrino	Julio Rangel Reyes		
12:30–13:00	Irene Ramos Pérez	Ángel G Cervantes	José Manuel Sifuentes		
13:00–13:30	Rosario Sánchez P.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Cruz Vargas d León				
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	David Baca C.	Víctor Castellanos V			
17:30–18:00	Alvaro Reyes G.	Laura R González			
18:00–18:30	Roberto A. Ku	Erick Javier López	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
18:30–19:00	Sandra E. Delgadillo	Pavel A Flores			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:30–20:00					

#### Modelos dinámicos para el estudio de la interacción organismo-ambiente. (CI)

Mariana Benítez Keinrad, Juan Antonio Arias del Ángel, Andrea Domínguez Román, César Iván Ojeda Linares, Natsuko Rivera Yoshida, Emilio Mora Van Cauwelaert (marianabk@gmail.com)

La forma y la organización de los seres vivos surgen durante el desarrollo a partir de la interacción entre factores físico-químicos, genéticos, ambientales e incluso sociales. Si bien en algunos casos se conoce con detalle la relación entre estos factores, aún es necesario generar modelos teóricos y experimentales que permitan estudiar la acción colectiva y el papel relativo de estos factores, así como las consecuencias de la interacción organismo-ambiente en el desarrollo de los seres vivos. Esto es de particular importancia ante la perspectiva de cambios ambientales rápidos y difíciles de predecir. Aquí se presenta un marco conceptual y una aproximación de modelado matemático para el estudio de la interacción organismo-ambiente y su efecto en el desarrollo de los seres vivos. En particular, se discuten dos sistemas modelo: el de las hojas de una planta anual y el de microorganismos con desarrollo multicelular.

#### Comparación de estrategias de manejo y conservación en la escala de paisaje. (CI)

Irene Ramos Pérez, Cecilia González González, Ana L. Urrutia, Emilio Mora Van Cauwelaert, Mariana Benítez (irene.ramosp@gmail.com)

Presentaré un modelo computacional de metacomunidad que simula la distribución espacial de comunidades ecológicas hipotéticas en un paisaje agrícola, a través del acoplamiento de una dinámica de población local con una dinámica de migración. Mediante este modelo nos interesa comparar estrategias de manejo y conservación en la escala de paisaje. En particular, mostraré la aplicación del modelo para analizar cómo la disponibilidad de hábitat, la fragmentación del paisaje y la vulnerabilidad de las poblaciones modulan la respuesta de la biodiversidad a la intensificación agrícola. Por último, discutiré el alcance del modelado matemático en la intersección de la conservación de la biodiversidad y la seguridad alimentaria.

#### Modelo matemático para predecir la ingesta de materia seca de vacas lecheras en un sistema de pastoreo (RT)

Rosario Sánchez Pérez, Abdel-Fattah Zeida Mohamed Salem (chayospr@yahoo.com.mx)

Existe una relación directa entre la ingesta de materia seca y la producción de leche, sin embargo en un sistema de pastoreo, medir la ingesta de materia seca es una tarea difícil y costosa; de ahí la importancia de diseñar un modelo que nos permita predecir dicha

ingesta. Los inputs del modelo son características tanto del animal como del alimento que son fáciles de medir, por ejemplo, paridad, días en lactación y materia seca del alimento. El modelo está basado en Fill unit system que consiste en la capacidad de ingesta del animal y el valor de saciedad del alimento.

**Análisis de estabilidad en modelos epidemiológicos con tasas de contacto dependiente de información. (CI)**

*Cruz Vargas de León, Alberto D'Onofrio (leoncruz82@yahoo.com.mx)*

En esta trabajo presentamos algunos modelos matemáticos que describen el uso de información en las estrategias de control de una epidemia. Una de las principales características de estos modelos es que incluyen una variable de información, un feedback negativo y una función que describe el rol desempeñado por la cantidad de individuos infecciosos en la dinámica de la información. Utilizamos el método de las funciones de Lyapunov para estudiar la estabilidad global de los puntos de equilibrio. Los resultados de estabilidad se dan en términos del número reproductivo básico.

**Análisis de la estrategia de supervivencia del mosquito *Aedes aegypti* con recursos limitados. (RI)**

*Tishbe Pilarh Herrera Ramírez, Jorge Velazquez Castro, Andrés Fraguela Collar (tphr\_6@hotmail.com)*

La modelación matemática de las poblaciones de mosquito *Aedes aegypti* el vector transmisor de enfermedades como el Dengue, Zika y Chikungunya permite dar información que ayuda a tomar decisiones en el control y prevención brotes epidemiológicos. Las estrategias de control se basan en la estimación de la capacidad de reproducción de individuos de un recipiente. En la actualidad dichas estimaciones se llevan a cabo con muestreos poco precisos ya que estos consideran recipientes homogéneos sin tomar en cuenta sus dimensiones. La etapa acuática del ciclo de vida del mosquito *A. aegypti* está conformada por huevos, larvas de 1er, 2do, 3er, 4o estadio y pupas. En cada recipiente la competencia por alimento y espacio entre los distintos estadios es la principal limitante a la reproducción masiva del mosquito. En este trabajo por medio de un modelo de la dinámica del ciclo de vida del mosquito *A. aegypti*, y usando datos obtenidos por experimentación en campo, se analizan los efectos de la competencia intraspecífica entre estadios. Además se determina la estrategia de supervivencia del mosquito cuando hay escasez de recursos en consideración de las dimensiones de los recipientes muestreados. Conocer la importancia relativa de la competencia entre los distintos estadios permite deducir la capacidad reproductiva de un recipiente en dependencia de su área superficial. La relación entre área superficial y capacidad reproductiva permitirá diseñar índices de riesgo para enfermedades transmitidas por el mosquito *A. aegypti* precisos y fáciles de evaluar en campo.

**En busca de factores que propician la propagación 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.

**Análisis de la competencia intraespecífica como estabilizador de un modelo depredador-presa (RI)**

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

La depredación y la competencia son dos tópicos que han sido ampliamente estudiados por los ecólogos. Entre las aportaciones matemáticas más sobresalientes que se han hecho al respecto se encuentran los modelos depredador-presa. En esta plática, presentamos un modelo formado por un sistema dinámico con respuesta funcional de tipo Holling II y con un parámetro de competencia intraespecífica. Los objetivos de la plática son analizar las propiedades dinámicas de nuestro modelo, y compararlas con las de un modelo con respuesta funcional de tipo Lotka-Volterra. Con base en lo anterior, mostramos que el coeficiente de competencia es un elemento que favorece la estabilidad asintótica global de un estado estacionario del modelo.

**Un modelo con estructura de edades con canibalismo en la presa. (CI)**

*Roberto Alejandro Ku Carrillo, Francisco J. Solís Lozano (raku@correo.uaa.mx)*

En este trabajo desarrollamos una familia de modelos presa-depredador con estructura de edades y canibalismo en la presa. Dichos modelos consisten de un sistema de ecuaciones diferenciales con una tasa de natalidad generalizada. Otra característica de estos sistemas es que las funciones de interacción de depredación fueron propuestos en base al método de modelación analítica. En esta charla analizamos las soluciones de estos modelos mostrando que existe la coexistencia de la presa y el depredador, así como también la existencia de soluciones periódicas estables mediante un análisis de bifurcación.

**Una propuesta de modelación matemática para la violencia en pareja. (CI)**

*Sandra Elizabeth Delgadillo Aleman, Roberto Kú Carrillo, Benito Chen Charpentier*  
(sedelgad@correo.uaa.mx)

La violencia de género, en particular en pareja, es un fenómeno social que se encuentra presente alrededor del mundo, y en particular, en nuestro país. Actualmente existen modelos sociales y estadísticos, entre otros, para medir el nivel de violencia histórico de una población o de un caso clínico. Sin embargo, son muy escasos los modelos matemáticos que se están desarrollando para predecir la evolución de la violencia en los casos antes mencionados. En esta charla se presentarán algunos modelos matemáticos en los cuales se muestran distintos enfoques y factores con los que se ha abordado problemas similares en la literatura. Además, se presentará y discutirá una propuesta de modelación en ecuaciones en diferencias para describir la evolución de la violencia en una pareja, considerando factores tales como: la reacción de los individuos ante la violencia, etapa de la relación y factores económicos.

**Modelos ecoepidemiológicos. (CI)**

*José Geiser Villavicencio Pulido* (j.villavicencio@correo.ler.uam.mx)

La dinámica poblacional y la propagación de una enfermedad infecciosa han sido analizadas ampliamente a través de modelos matemáticos. Es conocido que las enfermedades tienen la capacidad de influir no únicamente en la dinámica de los hospederos sino también en las dinámicas de otras especies con las que interactúan de manera indirecta. De la misma manera, especies interactuando pueden modificar la evolución de la enfermedad debido a los cambios en la especie hospedera. El estudio de esos dos efectos combinados es llamado ecoepidemiología. En esta plática se describirán algunos modelos ecoepidemiológicos que muestran dinámicas muy simples y otros que presentan una dinámica muy compleja. Finalmente se propondrán líneas de investigación que coadyuvarán en el desarrollo de la ecoepidemiología.

**Una introducción a la modelación en inmuno-epidemiología. (CI)**

*Fernando Saldaña García* (fernando.saldana@cimat.mx)

Para muchas de las enfermedades infecciosas que afectan a los humanos hay dos procesos claves que juegan un rol importante en la dinámica patógeno-hospedero. Uno es el proceso epidémico que involucra la transmisión de la enfermedad entre los individuos y el otro es el proceso inmunológico relacionado con la interacción entre el agente patógeno y el sistema inmune a nivel individual. Recientemente ha habido considerable interés en acoplar estos dos procesos. En esta charla, discutimos las consecuencias de hacer lo anterior, en particular, revisamos un modelo propuesto por Z. Feng et al donde se acoplan los procesos vía factores ambientales.

**Modelado de la transmisión y transición del Virus de Papiloma Humano. (CI)**

*Juan Gonzalo Barajas Ramírez, José de Jesús Esquivel Gómez* (jgbarajas@ipicyt.edu.mx)

Para investigar la propagación de enfermedades infecciosas en una población y poder determinar las medidas que deben ser adoptadas para frenar la cadena de contagios, se han desarrollado modelos matemáticos, usualmente denominados modelos epidémicos. En la mayoría de los modelos epidémicos se asume que la población se encuentra repartida en compartimentos dependiendo del estado de salud de cada individuo, por ejemplo, Susceptible (S) cualquier individuo que puede contraer la enfermedad, Expuesto (E) cualquier individuo que ha sido infectado pero que no puede infectar a otro individuo, es decir, que se encuentra en un periodo de latencia, Infectado (I) cualquier individuo infectado que puede infectar a otros individuos, Removido o Recuperado (R) cualquier individuo recuperado o muerto, etc. Adicionalmente, en algunos modelos epidémicos se implementan mecanismos de control como cuarentena (Q) y vacunación (V) con el objetivo de investigar la eficiencia de estos mecanismos para contener la propagación de la enfermedad. Un modelo epidémico clásico es el modelo SIR el cual considera solo tres compartimentos Susceptibles, Infectados y Removidos. Por otra parte, el contagio de VPH en muchos casos se transforma en cáncer cervicouterino lo que complica la modelación de la enfermedad. En esta ponencia se busca dar a conocer los modelos matemáticos propuestos para la propagación de enfermedades infecciosas y se tratará de ajustar dichos modelos tomando las realidades del fenómeno a modelar. En particular, los procesos de transición de infección VPH a cáncer así de dar una idea de como estos resultados podrían ser validados mediante bases de datos nacionales y regionales. El nivel de la ponencia no requiere conocimientos previos ni especializados de epidemiología o ecuaciones diferenciales, por lo tanto, es para público en general.

**Control óptimo en epidemiología. (CDV)**

*Alejandro Peregrino Pérez* (alex.pp69@live.com.mx)

Los modelos matemáticos de las enfermedades infecciosas han demostrado que las combinaciones del aislamiento, la cuarentena, la vacuna y el tratamiento son a menudo necesarios para eliminar la mayoría de las enfermedades infecciosas. Sin embargo, si no se administran en el momento adecuado y en la cantidad correcta, la eliminación de la enfermedad seguirá siendo una tarea difícil. La teoría de control óptimo ha demostrado ser una herramienta acertada en la comprensión de las maneras de reducir la extensión de enfermedades infecciosas ideando las estrategias óptimas de la intervención de las enfermedades. El método consiste en minimizar

el costo de la infección o el costo de implementar el control, o ambos. En esta charla de divulgación se presentan algunos modelos matemáticos que utilizan la teoría del control óptimo para deducir las estrategias óptimas destinadas a reducir la propagación de una enfermedad infecciosa.

**Estabilidad global de un modelo epidémico SIRS con tasa de incidencia general y transferencia de infectados a susceptibles.** (RT)  
*Ángel Gustavo Cervantes Pérez, Eric José Ávila Vales (agcp26@hotmail.com)*

Se estudia una clase de modelos epidémicos de tipo SIRS con una tasa de incidencia no lineal dada por una función  $f(S, I)$ . Esta tasa de incidencia general incluye una amplia gama de tasas de incidencia consideradas previamente en la literatura, incluyendo algunas no monótonas o no cóncavas. Se aplican el principio de invariancia de LaSalle y el método directo de Liapunov para demostrar que el equilibrio libre de enfermedad es globalmente asintóticamente estable cuando el número reproductivo básico  $R_0$  es menor o igual a 1, mientras que el equilibrio endémico es globalmente asintóticamente estable si  $R_0$  es mayor que 1, siempre que se cumplan ciertas condiciones para la función de incidencia  $f(S, I)$ .

**Análisis de bifurcación en algunos sistemas Leslie-Holling con efecto Allee.** (RT)  
*Sandy Gómez Pérez, Evodio Muñoz Aguirre, Jorge Álvarez Mena (carlos\_04antonio17@hotmail.com)*

Patrick Holt Leslie (1900-1974) estudió el modelo clásico de Lotka-Volterra y realizó algunas modificaciones para obtener así los modelos llamados Leslie-Holling. Entre las principales modificaciones destacan las siguientes: competencia intra-específica, es decir, la competencia entre individuos de la misma especie; la población depredador puede sobrevivir con una fuente alterna de alimento, aunque la presencia de la población presa favorece su crecimiento; la capacidad de carga del medio ambiente del depredador es proporcional al número de presas; y el depredador consume a la presa de acuerdo a alguna respuesta funcional tipo Holling. En esta presentación se describen brevemente los sistemas Leslie-Holling con efecto Allee, un fenómeno ecológico, descrito por el ecologista americano Warder Clyde Allee (1885-1956), que describe una relación positiva entre algún componente de adaptación individual y el tamaño o densidad de población. Además se realiza un análisis de bifurcación en algunos modelos Leslie-Holling al considerar efecto Allee en la ecuación de las presas.

**Bifurcación de Hopf y Bautin en modelos de cadenas alimentarias tritróficas.** (CI)  
*Víctor Castellanos Vargas (vicas@ujat.mx)*

En esta charla vamos a mostrar la existencia de ciclos límite en modelos de cadenas alimentarias de nivel 3, considerando diversos tipos de respuestas funcionales y considerando crecimiento logístico y lineal de la presa en ausencia de los depredadores. Para ello, vamos a encontrar el primer coeficiente de Lyapunov para encontrar una bifurcación de Hopf y en algunos casos bifurcación de Bautin.

**Modelación matemática de patrones espacio-temporales cerebrales.** (CDV)  
*Laura Rocío González Ramírez (rgonzalez@ifm.umich.mx)*

En esta charla platicaremos sobre distintos tipos de patrones espacio-temporales de actividad cerebral observados en grabaciones clínicas. Proseguiremos con la descripción de uno de los modelos básicos en Neurociencia Matemática: El Modelo de Hodgkin-Huxley. Este modelo fue desarrollado para estudiar la iniciación y propagación de potenciales de acción. Finalmente, hablaremos de modelos de tipo campo medio, consistentes en sistemas de ecuaciones integrodiferenciales, que actualmente han sido utilizados para modelar la propagación de patrones de tipo onda viajera observados en grabaciones clínicas de tipo potencial de campo local durante crisis epilépticas en pacientes humanos.

**Propagación en sistemas confinados. El estudio de señales eléctricas en axones con protuberancias y sus implicaciones.** (CI)  
*Erick Javier López Sánchez, Juan Manuel Romero Sanpedro (lsey@ciencias.unam.mx)*

La ecuación del cable describe el voltaje en un cable cilíndrico recto. Esta ecuación ha sido empleada para modelar el potencial eléctrico en dendritas y axones. Sin embargo, algunas veces esta ecuación puede conducir a predicciones incorrectas para algunas geometrías realistas, en particular cuando el radio del cable cambia significativamente. Cables con radios no constantes son importantes para algunos fenómenos, por ejemplo, a lo largo de los axones aparecen protuberancias de forma discreta en enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, Parkinson, demencia asociada al VIH y esclerosis múltiple. En este trabajo se propone resolver una ecuación del cable generalizada, para una geometría general del cable, que se construye usando el marco de Frenet-Serret. Esta ecuación generalizada depende de cantidades geométricas tales como la curvatura y la torsión del cable. Se muestra que cuando el cable tiene una sección transversal circular, la ecuación generalizada del cable no depende ni de la torsión ni de la curvatura. Si además el radio de la sección transversal no varía, esta ecuación se reduce a la forma fundamental conocida. También, se encuentra una solución exacta para un cable ideal el cual tiene una sección transversal circular variable y curvatura igual a cero. Para este caso se muestra que cuando la sección transversal del cable crece, el voltaje decrece. Tomando como base este caso ideal, se re-escibe la ecuación generalizada del cable como una ecuación de difusión con un término adicional representando una fuente generada por

la geometría del cable. Esta fuente depende del área de la sección transversal del cable y de sus derivadas. Además, se realizaron simulaciones numéricas para estudiar diferentes cables con protuberancias. Las soluciones numéricas muestran que cuando la sección transversal del cable tiene cambios abruptos, su voltaje es más pequeño que el voltaje en el caso del cable cilíndrico. Más aún, esas soluciones numéricas muestran que el voltaje puede ser afectado por las inhomogeneidades geométricas del cable. Los resultados obtenidos son consistentes con datos experimentales reportados en la literatura.

#### **Ilusiones visuales y matemáticas. (RT)**

*Pavel Alejandro Flores Encinas, Alessio Franci (pavel.flores.encinas@gmail.com)*

La percepción visual es construida en el cerebro procesando estímulo luminoso detectado por la retina y transmitido a través del camino visual. Las ilusiones visuales proveen importantes ideas en cómo el cerebro procesa estímulo luminoso, porque desenmascara los mecanismos del cual el camino visual distorsiona la señal original para extraer información saliente, en otras palabras, ayudar a crear la ilusión del mundo percibido. La ilusión de la rejilla de Hermann es percibida mirando intersecciones de bandas blancas en un fondo negro, formando una rejilla de apenas espaciados, igualmente, cuadros negros. Manchas oscuras aparecen en las intersecciones al cual el sujeto no esté mirando directamente. Entender los mecanismos detrás de la ilusión es importante, porque revela los mecanismos en el cual el cerebro parcialmente filtra las señales visuales que no provienen directamente desde el punto focal del campo visual. Utilizamos un modelo de reacción-difusión contemplando el fenómeno de inhibición lateral.

#### **Modelamiento matemático de diabetes tipo 2. (CI)**

*Griselda Quiroz Compeán (griselda.quirozcm@uanl.edu.mx)*

La predicción de los niveles de glucemia de los pacientes con diabetes tipo 2 ha mostrado ser una herramienta de terapia que les puede ayudar a mejorar el manejo de su enfermedad. Por tal motivo, el desarrollo de modelos matemáticos que reproduzcan el metabolismo glucosa en diabetes tipo 2 ha sido de interés en los últimos años. En esta charla se discutirán los retos actuales que actualmente se están trabajando en el modelado matemático de diabetes tipo 2, especialmente desde dos enfoques: modelado fisiológico y modelado basado en datos.

#### **Modelos matemáticos de las células alfa y beta del páncreas. (CDV)**

*Roberto Ávila Pozos (ravila@uaeh.edu.mx)*

Las células alfa y beta del páncreas son las encargadas de mantener los niveles de glucosa en la sangre dentro de cierto rango. Un mal funcionamiento de estas células ocasiona diversos problemas al estado general de salud. El trabajo de las células alfa y beta del páncreas es conjunto, pero los mecanismos de cada uno de ellos es contrastante. Las células alfa se estimulan cuando la concentración de glucosa en la sangre es baja y secretan glucagón. Las células beta son estimuladas con niveles altos de glucosa y responden con la secreción de insulina. Se han propuesto modelos matemáticos para entender el funcionamiento de estos tipos celulares, que exploran desde la ruta glucolítica, las oscilaciones de calcio, las oscilaciones de ATP y la actividad eléctrica de las diferentes poblaciones de canales iónicos. En esta charla se presentará una panorámica de los distintos modelos y la relación entre ellos, para explicar de manera global el comportamiento de este sistema de regulación.

#### **Modelos matemáticos para entender, prevenir y revertir enfermedades epiteliales complejas. (CI)**

*Elisa Domínguez Hüttinger (elisa.dominguez@mail.ecologia.unam.mx)*

En México, una alta proporción de muertes son causadas por enfermedades de origen epitelial, como los carcinomas, el asma, la dermatitis atópica, y las infecciones de mucosas. Es por tanto indispensable mejorar las estrategias preventivas y los tratamientos de estas enfermedades. Sin embargo, éste es un reto difícil, pues se trata de enfermedades complejas, en las que (1) hay muchas posibles combinaciones de factores que las pueden desencadenar, (2) hay un empeoramiento gradual de los síntomas, y (3) muchos de los tratamientos presentan efectos secundarios no deseados, por lo que es importante minimizar la intensidad y duración de estos tratamientos. En nuestro grupo de investigación, utilizando diferentes formalismos que incluyen las ecuaciones diferenciales y las redes booleanas, hemos propuesto una serie de modelos matemáticos que han ayudado a (1) esclarecer los mecanismos patogénicos (2) encontrar estrategias de prevención temprana, para frenar la progresión de la enfermedad, y (3) diseñar tratamientos óptimos que permiten la regresión de los síntomas a la vez que se minimizan los efectos secundarios no deseados. Hemos aplicado nuestra metodología y análisis a una gran gama de enfermedades epiteliales complejas, incluyendo dermatitis atópica, psoriasis, cáncer de piel, neumonía, asma, cirrosis, y cáncer de hígado. Nuestros modelos matemáticos nos han permitido integrar y analizar una gran gama de datos clínicos y experimentales, detectar de manera sistemática posibles causas de estas enfermedades, y proponer estrategias preventivas más eficientes.

**Modelaje matemático sobre la interacción entre los macrófagos y el cáncer de mama. (RT)***Ugo Enrique Avila Ponce de León, Osbaldo Resendis (uapdl@hotmail.com)*

En México, el cáncer de Mama ocupa los primeros puestos de incidencia y mortalidad, ante este problema de salud pública, se han implementado estrategias para la detección oportuna. El sistema inmunológico es la primera línea de defensa que tenemos ante un agente extraño, en este caso el cáncer de mama. Los macrófagos son células del sistema inmunológico, los cuales están asociados al cáncer de mama y están correlacionados con un mal pronóstico debido a su presencia dentro del microambiente tumoral es de casi el 50% en cáncer de mama. Lo peculiar de los macrófagos es que presentan una diferenciación fenotípica al momento en que los M1 (anti-tumoral) interactúan con las células cancerígenas, cambiando sus propiedades a M2 (pro-tumoral). En este trabajo presentamos el uso de dos herramientas matemáticas complementarias en términos de la relevancia biológica: redes booleanas y ecuaciones diferenciales, se considera en ambos métodos el microambiente tumoral generado entre el macrófago y el tumor mamario que favorece o no la progresión del tumor. En las ecuaciones diferenciales se realizó un análisis matemático enfocado en la estabilidad del sistema, el cual fue observado mediante la  $\Lambda$  del criterio de Routh, uno de los escenarios que causó inestabilidad se produce cuando los niveles de inhibición de las células M2 a las células M1 se encuentra en lo más alto, esto genera que la dilución de las células de cáncer sea muy baja. Para el método booleano se obtuvo que, para la existencia del cáncer tiene que hallarse la presencia de las M2, dado a que éstas liberan IL1A al microambiente que inactiva la actividad de IL - 1 secretada por M1, por lo tanto, la actividad de M1 queda inhibida. Así mismo, éstas células reclutan a células reguladores del sistema inmunológico como las células TH2 y TREG que inactivan la función citotóxica de las células T, favoreciendo la progresión del tumor mamario, finalmente liberan un factor de crecimiento EGF (Factor de Crecimiento Epidermal) que fomenta la proliferación del tumor mamario.

**Descripción matemática de la interacción de las células tumorales y el sistema inmune con resistencia. (RI)***José Erasmo Pérez Vázquez, Reinaldo Martínez Cruz (joserasm25@gmail.com)*

En este trabajo desarrollamos las ideas fundamentales para construir un modelo matemático general que describa la interacción de una población de células cancerosas y el sistema inmunológico, ya que en años recientes se ha acumulado evidencia que indica que el sistema inmune puede reconocer y eliminar tumores malignos. En particular, consideramos la interacción con dos tipos de células del sistema inmune: las Naturales Asesinas N y los linfocitos T citotóxicos, y como las células cancerosas desarrollan resistencia a dichas interacciones. Mostramos como este fenómeno de interacción celular y resistencia da lugar a un sistema de  $n$  ecuaciones diferenciales, las cuales describen como se genera la inmunidad de las células tumorales con respecto a su interacción con el sistema inmunológico.

**Dendritic immunotherapy improvement for an optimal control murine model. (CI)***Julio Rangel Reyes, Juan Carlos Chimal Eguía, Erandi Castillo Montiel (juliorr@protonmail.com)*

Protocols in immunotherapy are usually proposed following the intuition and experience of the therapist. In this work, we forego experience and intuition and use mathematical modeling, optimal control and simulations to deduce such protocols. The clinical efficacy of dendritic cells (DCs) vaccines to cancer treatment is still unclear. Dendritic cells face several obstacles in the host environment, such as immuno-suppression and poor transference to the lymph nodes reducing the vaccine effect. We have created a mathematical murine model to measure the effects of dendritic cell injections. The model agrees with the experimental results with and without the therapy made in mice infected with melanoma. We aim to create a realistic therapy which takes into account the therapy given by bolus injections of small duration not as a continual dose. We show that the dendritic cells percentage manage to reach the lymph nodes having a crucial impact on the therapy outcome. This suggests that efforts in finding better methods to deliver DC vaccines should be pursued.

**Replicación de cadenas de ADN. (CDV)***José Manuel Sifuentes Jaramillo, José Manuel Gómez Soto (jsmnsj@gmail.com)*

El proceso de replicación de ADN es el mecanismo que permite al ADN duplicarse (es decir, sintetizar una copia idéntica). De esta manera a partir de una molécula de ADN única, se obtienen dos o más réplicas. Esta duplicación del material genético se produce de acuerdo con un mecanismo semi-conservador, lo que indica que los dos polímeros complementarios del ADN original, al separarse, sirven de molde para la síntesis de una nueva cadena complementaria, de forma que cada nueva doble hélice contiene una de las cadenas del ADN original. Determinar donde se lleva a cabo la replicación de las cadenas de ADN puede ser muy útil en diferentes aplicaciones, por ejemplo: Los errores en el ADN pueden causar enfermedades, el conocer el proceso de replicación y unión del cigoto puede detener la heredabilidad de ellas; combatir el cáncer y la regeneración de tejidos son otros ejemplos. En esta ponencia explicaremos el funcionamiento de un programa que ayuda a predecir la posición dentro de la cadena donde se lleva a cabo el proceso de replicación.



## Computación Matemática

Coordinador: Dolores Lara Cuevas

Lugar: Yelizcalli "103", Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>Karina M. Figueroa</b>	<b>Maribel Hernández</b>		
9:30–10:00						
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	<b>Claudia Esteves J.</b>	Alonso Ramírez M.	Elizabeth Santiago		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Karla Ramírez P.	Héctor H. Rodríguez		
11:00–11:30		<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Gerardo M. Ortigoza	Juan Antonio Vega	Armando Espíndola		
12:00–12:30	<b>Carlos A. Coello</b>	Perla J. Sáenz	Juan Gerardo Girón	Yurisel Salmerón		
12:30–13:00		Santiago León O.	Claudia P. Medina	Eliver Pérez		
13:00–13:30	Gustavo Carreón	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
13:30–14:00	María Luisa Argáez					
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						Christian Rubio M.
17:00–17:30	Fernando A. Galicia	María Gutiérrez H.	Héctor Jesús Sotelo			
17:30–18:00		Jorge Chávez C.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		
18:00–18:30	J. Guillermo Falcón					
18:30–19:00	Enrique Díaz O.					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>		
19:30–20:00						

### Optimización evolutiva multi-objetivo: Algoritmos, aplicaciones y retos Actuales. (CI)

Carlos Artemio Coello Coello (ccoello@cs.cinvestav.mx)

El uso de algoritmos evolutivos y otras metaheurísticas bio-inspiradas en la solución de problemas de optimización con dos o más funciones objetivo (normalmente en conflicto entre sí) se ha vuelto muy popular en los últimos 18 años. Esta área de investigación, conocida como "optimización evolutiva multi-objetivo" ha tenido un crecimiento muy acelerado, lo cual dificulta la incursión de nuevos investigadores y estudiantes de posgrado, debido al intimidante volumen de información disponible al respecto. En esta plática se dará un panorama general de las tendencias actuales de investigación en torno al desarrollo de algoritmos. Asimismo, se describirán brevemente algunos de los temas de investigación que han atraído más la atención en años recientes, incluyendo los problemas con muchas funciones objetivo, la solución de problemas con funciones objetivo muy costosas y el desarrollo de esquemas híbridos que combinan metaheurísticas con métodos de programación matemática. Adicionalmente, se mencionarán algunas de las muchas aplicaciones del mundo real en las cuales los algoritmos evolutivos multi-objetivo han resultado de gran utilidad.

### Metrevolución. Ascenso y descenso eficiente en vagones del Metro. (CI)

Gustavo Carreón Vázquez, Carlos Gershenson, Luis A. Pineda (gcarreon@unam.mx)

Millones de personas usan los sistemas de transporte públicos (STP) todos los días. Los STP sin estrategias de regulación adecuadas de pasajeros son propensos a generar retrasos y disminuir el rendimiento del sistema. En esta investigación se presentan dos resultados: una simulación computacional para probar estrategias de regulación de pasajeros en el ascenso y descenso en vagones y la implementación de la estrategia con el mejor rendimiento en el Sistema de Transporte Colectivo Metro. Se ha utilizado el Modelo de Fuerzas Sociales (SFM) para describir patrones colectivos que aparecen en el flujo de peatones. Se usó el SFM para implementar una simulación de flujos de pasajeros considerando el proceso de ascenso y descenso. Se realizó un estudio de la dinámica del Metro de la Ciudad de México para calibrar las variables del modelo. En el simulador se implementó la "estrategia actual", la cual modela la dinámica de abordaje actual de los pasajeros; se realizó una comparación con dos estrategias alternativas, "puertas dedicadas" que usa puertas exclusivas para el ascenso y el descenso, y la estrategia de "líneas guía" que organiza a los pasajeros en la plataforma para crear dos flujos de entrada y uno de salida. Usando los resultados de la simulación computacional, se implementó la estrategia "líneas guía" en la estación Balderas de la Línea 1 del Metro de la Ciudad de México. Los resultados muestran una reducción del tiempo de ascenso-descenso de 10 a 15% y la reducción de retrasos en la estación de 15 a 25%. Este nuevo esquema ha sido aceptado

favorablemente por los usuarios. La implementación de este esquema de bajo costo y alto impacto abre la posibilidad para mejorar los sistemas de transporte públicos.

**Análisis y clasificación de eventos de hipopnea central y obstructiva utilizando algoritmos de aprendizaje computacional. (CI)**

*María Luisa Argáez Salcido (mluisa.args@gmail.com)*

El propósito de este proyecto es el implementar y comparar diferentes algoritmos de aprendizaje computacional para el análisis y clasificación de eventos de hipopnea central y obstructiva. Esto se hizo por medio del análisis de señales del electroencefalograma (EEG) de la base de datos "University College Dublin Sleep Apnea Database" de la página web [physionet.org](http://physionet.org). En el caso particular de este trabajo, se analizaron señales del EEG de pacientes diagnosticados con el síndrome de apnea-hipopnea del sueño (SAHS), en donde el objetivo es clasificar eventos de hipopnea obstructiva e hipopnea central. Dicha clasificación se hizo por medio de distintos algoritmos de aprendizaje computacional. Las características o entradas para los clasificadores y la señal a analizar se obtuvieron por medio de la implementación de la transformada de wavelet a la señal original, utilizando el wavelet "Daubechies 4" en el quinto nivel. Se compararon ocho tipos de clasificadores: máquinas de vectores de soporte con kernel lineal y gaussiano, bayesiano ingenuo, análisis discriminante tipo lineal, lineal usando la matriz de covarianza del tipo lineal, cuadrático, cuadrático usando la matriz de covarianza del tipo cuadrático y K-vecinos más cercanos. El clasificador que obtuvo mejores resultados fue el de análisis discriminante tipo lineal el cual tiene por objetivo proyectar el conjunto de datos a un espacio de menor dimensión donde la separación entre clases sea mayor. Este algoritmo logró una exactitud en su clasificación del 64.03% y 78.52% en las etapas de prueba y entrenamiento respectivamente utilizando los datos de un solo paciente.

**Familias de cruce de gráficas geométricas completas. (CI)**

*Christian Rubio Montiel, Dolores Lara (ok.rubio@gmail.com)*

Una gráfica geométrica es una gráfica dibujada en el plano tal que sus  $n$  vértices están en posición general, y sus aristas son segmentos de línea rectilíneos. Dos subgráficas geométricas se cruzan si existe una arista en la primera subgráfica y una arista en la segunda subgráfica con un cruce, es decir, con un punto interior en común. Una familia de subgráficas geométricas arista-disjuntas se llama de cruce mútuo si cualesquiera dos de sus elementos se cruzan. Mostraremos que para cualquier gráfica completa geométrica siempre existe una familia de cruce mútuo de 2-trayectorias (trayectorias de longitud 2) de al menos  $(n/2 + 1)^{0.5} - 1$  elementos, y una familia de cruce mútuo de 3-estrellas (estrellas de 3 hojas) de al menos  $n/6$  elementos.

**El zipper relacional: Una verificación formal. (CDV)**

*Fernando Abigail Galicia Mendoza (fernandogamen@ciencias.unam.mx)*

Realizar cambios locales en una estructura de datos funcional, por ejemplo actualizar el valor de un nodo en un árbol, puede resultar ineficiente ya que la solución usual consiste en la destrucción total de la estructura para llegar al punto donde se debe realizar el cambio (a lo cual le llamamos el foco), para finalmente reconstruir la estructura de datos en su totalidad. Gérard Huet en respuesta a esta problemática define una estructura de datos, llamada zipper, cuyo fin es particionar una estructura en una descripción de la misma hasta donde se encuentra el foco en cuestión y una subestructura correspondiente a dicho foco. Por otra parte, Yuta Ikeda y Susumu Nishimura mencionan que las funciones que destruyen y reconstruyen la estructura a partir del zipper son funciones parciales no inyectivas, ocasionando que la composición de estas resulte en errores de cómputo indeseables, solucionando este problema empleando un lenguaje relacional. En esta plática se construirá el zipper relacional y se hará una verificación formal del enfoque recién mencionado con el apoyo del asistente de pruebas COQ (<http://coq.inria.fr/>). Este trabajo se realiza en el marco del proyecto UNAM PAPIIME proyecto PE102117.

**Optimizador multi-objetivo basado en colonias de hormigas para espacios de búsqueda continuos. (RT)**

*Jesús Guillermo Falcón Cardona, Carlos Artemio Coello Coello (jfalcon@computacion.cs.cinvestav.mx)*

En los ámbitos ingenieril, científico e industrial existen problemas que requieren de la optimización simultánea de varios objetivos que se encuentran normalmente en conflicto entre sí. Éstos son los llamados problemas de optimización multi-objetivo (POMs). Debido al conflicto entre los objetivos, existen varias soluciones que satisfacen un POM en lugar de tener una única solución global como en el caso de un problema de optimización mono-objetivo. Estas soluciones conforman el denominado "conjunto óptimo de Pareto", mientras que su imagen es denominada "frente óptimo de Pareto". Las técnicas de programación matemática surgieron como un medio de solución de POMs. Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, éstas presentan varios inconvenientes que deterioran su desempeño. En consecuencia, el uso de algoritmos evolutivos y otras metaheurísticas bioinspiradas para resolver POMs ha aumentado de manera significativa en los últimos 20 años. Esto ha dado pie al surgimiento de una gran variedad de algoritmos evolutivos multi-objetivo (AEMOs) en la literatura especializada. Por otra parte, la optimización mediante colonias de hormigas (ACO, por sus siglas en inglés) es una metaheurística inspirada por el comportamiento social de las hormigas en su búsqueda de alimento. Las ideas principales de ACO son la autoorganización y la comunicación indirecta basada en modificaciones al ambiente empleando una sustancia denominada feromona. A través de la feromona, una hormiga puede sesgar probabilísticamente las decisiones de otras hormigas. ACO fue diseñado

inicialmente para resolver problemas de optimización combinatoria (como el problema del viajero) debido a que se descubrió que los trazos de feromona convergían al camino más corto entre el nido y la fuente de alimento. Posteriormente, ACO fue extendido para la resolución de problemas de optimización continua dando buenos resultados y siendo ACO R una de las mejores propuestas de este tipo disponible en la actualidad. Sin embargo, el diseño de algoritmos de optimización multi-objetivo basados en ACO ha sido muy poco explorada en la literatura especializada. En esta tesis se propone un nuevo algoritmo de optimización multi-objetivo basado en ACO para la resolución de POMs en espacios de búsqueda continuos. La propuesta emplea ACO R como su motor de búsqueda y es denominada *indicator-based Multi-Objective Ant Colony Optimization Algorithm for Continuous Search Spaces (iMOACO\_R)*. Este algoritmo también es capaz de resolver POMs de alta dimensionalidad debido al uso de un esquema de selección basado en el indicador de desempeño  $R2$ . El enfoque propuesto es comparado con respecto a AEMOs representativos del estado del arte (NSGA-III, MOEA/D, SMS-EMOA y MOACO\_R) empleado problemas de prueba e indicadores de desempeño estándar de la literatura especializada. Los resultados experimentales indican que *iMOACO\_R* es competitivo con respecto a NSGA-III y MOEA/D y supera a SMS-EMOA y MOACO\_R en la mayoría de los problemas de prueba adoptados. Además, *iMOACO\_R* presenta un mejor desempeño conforme la dimensionalidad de los problemas de prueba aumenta. De esta forma, *iMOACO\_R* parece ser un buen punto de partida para obtener un optimizador multi-objetivo basado en ACO altamente competitivo.

**La segmentación de imágenes digitales como un problema de optimización.** (CDV)

*Enrique Díaz Ocampo, Ana Lizbeth Cortés Cortés, Carlos Guillén Galván (doeo113900@gmail.com)*

Un problema de segmentación para imágenes digitales, consiste en encontrar un par  $(f, K)$ , donde  $f$  es una función real valuada clase  $C^1$  sobre un conjunto cerrado  $F$  de  $\mathbb{R}^2$  y  $K$  un conjunto de bordes de la imagen. La segmentación puede ser planteada como un problema de optimización de una funcional de energía (Funcional de Mumford Shah). En esta plática presentamos el método de Mumford-Shah unidimensional para la solución de este problema y explicamos como puede ser aplicado para segmentar una imagen.

**Planificación de movimientos para animación de multitudes.** (CI)

*Claudia Esteves Jaramillo (cesteves@cimat.mx)*

En esta charla revisaré brevemente el estado del arte en los algoritmos de generación automática de movimientos para robótica y animación por computadora y en particular para escenas con multitudes densas. En la segunda parte platicaré acerca de los trabajos en los que he contribuido en esta área.

**Unstructured Cellular Automata and its applications.** (CDV)

*Gerardo Mario Ortigoza Capetillo, Alberto Lorandi Media, Alfonso García Reynoso (gerardo\_ortigoza@yahoo.com)*

En esta plática presentamos los automatas celulares sobre mallas no estructuradas, triangulaes bidimensionales, superficies trianguladas así como tridimensionales en malas de tetrahedros, mostramos sus ventajas sobre automatas celulares tradicionales sobre mallas rectangulares y hexagonales así como algunas aplicaciones para la dispersión geográfica, modelos de inundaciones, propagación de incendios.

**Análisis de señales EEG para la detección de epilepsia.** (CI)

*Perla Janeth Sáenz Sánchez, Adrián Talamantes Román, Graciela María de Jesús Ramírez Alonso (1238perlaa@gmail.com)*

En este trabajo se desarrolló un análisis de señales de electroencefalograma (EGG) a pacientes saludables y pacientes con diagnóstico de epilepsia, mediante una variedad de algoritmos de aprendizaje máquina para su clasificación. A partir de la transformada de wavelet se extrae un conjunto de características para representar la distribución de los coeficientes de wavelet. Posteriormente se realiza una reducción de la dimensionalidad del vector con el algoritmo de Análisis de Componentes Principales. Una vez definidas las características, se implementaron diferentes algoritmos de clasificación como Naive Bayes, Análisis Discriminante Lineal LDA, K-Vecinos Cercanos, K-medias. El algoritmo que logró un mejor desempeño fue el de LDA separación cuadrática, con un resultado mayor del 98% de exactitud. Este proyecto fue desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua UACH en la asignatura Reconocimiento de Patrones, esto con la finalidad de que el alumno aprendiera a procesar señales de EEG y que también conociera los distintos métodos de algoritmos de procesamiento que existen en la actualidad, se sabe que aunque en esta área la ciencia se encuentra muy avanzada ya que se han realizado diversas investigaciones se requiere que el alumno se interese y conozca un área en la cual también se es posible trabajar y por supuesto aprender más cada día.

**Algoritmos de backtracking en la búsqueda de thrackles de triángulos maximales.** (RT)

*Santiago León Ortiz (sleon@computacion.cs.cinvestav.mx)*

Sea  $S$  un conjunto de  $n$  puntos en el plano, y sea  $T$  un conjunto de triángulos con vértices en  $S$  que no tienen aristas en común. Decimos que  $T$  es un thrackle si cualquier par de triángulos comparte un vértice o alguna de sus aristas se intersecta. Presentamos

varios algoritmos de backtracking relacionados con la búsqueda de thrackles de triángulos de tamaño máximo sobre conjuntos de  $n$  puntos para valores pequeños de  $n$ .

#### **Verificación formal de compiladores: Estudio de un caso. (RI)**

*Angel Francisco Zúñiga Chávez (junior@ciencias.unam.mx)*

Un compilador es una pieza fundamental hoy en día, pero como cualquier programa es susceptible de contener “bugs”, de hecho la gran mayoría de compiladores en producción (como GCC) los tienen. Un error en un compilador podría introducir uno o varios errores en los archivos ejecutables que produce, lo que se traduce en diversas consecuencias negativas de alto impacto, como por ejemplo: pérdidas económicas y riesgos de salud (pensemos en una aplicación médica para manejar un láser en cirugías de humanos). Por ello consideramos que es imprescindible contar con compiladores correctos, más aun en el contexto de aplicaciones de misión crítica. Garantizar la corrección de un compilador es una tarea de gran importancia y puede verificarse formalmente en una computadora con ayuda de un asistente de demostración. En esta plática presentaremos el estudio del caso de un pequeño lenguaje funcional utilizando el asistente de demostración Coq.

#### **¿Es fácil la intercepción de un email?. (CDV)**

*María Gutiérrez Higareda, Rodrigo Victoria (mriagzh@gmail.com)*

Aunque el desarrollo tecnológico actual provee de los elementos necesarios para que la transmisión de información pueda ser protegida, parece ser que en diferentes niveles de la sociedad se siguen omitiendo medidas básicas para impedir que terceros no autorizados puedan acceder a la información. Esto incluso dentro de ambientes en los supuestamente se debe de tener la mejor asesoría en términos de seguridad, como ejemplo podemos citar la controversia de Hillary Clinton. En esta plática hacemos un repaso de cómo se relacionó paralelamente la trayectoria de Clinton (Incluyendo el “2012 Benghazi Attack”) con su seguridad informática, la cual dió como resultado el hackeo de su servidor de email. Damos también las matemáticas que respaldan en la actualidad la seguridad de correos electrónicos: La factorización de números enteros, el problema del logaritmo discreto en un campo  $F_q$  o en el grupo de puntos racionales de una curva elíptica  $E(F_q)$ . Así también damos las técnicas de minería de datos que son usadas para explorar todos los emails de interés, que en el caso de Clinton se dice que fueron cerca de 30000. Finalmente damos los pasos que una persona común puede tomar para asegurar su correo electrónico usando librería pública y detallamos aquellos posibles ataques a los que se está vulnerable.

#### **Método de encriptación de imágenes empleando semillas aleatorias, y dinámica caótica. (CI)**

*Jorge Chávez Carlos, Dhyna Guadalupe Varela Mancilla, Rosa Angélica Velazquez Alor, Alejandra Rojas Hernández (jorge.chavez@correo.nucleares.unam.mx)*

En este trabajo se presentan formas de codificar la información de imágenes, es decir, con el objeto de encriptar información mediante el uso de algoritmos matemáticos desde un punto de vista científico. Así, también se abordan algunas herramientas para procesar y encriptar información digital, de forma alternativa a las que se encuentran en el mercado. El método de procesamiento en la codificación de la imagen es planteado mediante un algoritmo, el cual tiene como raíz una semilla de origen aleatorio y se ve contrastado con un método de obtención de parámetros de la dinámica de un sistema caótico (semilla pseudoaleatoria). Así mismo, se estudia el decaimiento de información de la imagen original después de haber sido reencriptada mediante el uso de las llaves generadas por las dos formas de encriptación; mediante la semilla aleatoria y pseudoaleatoria. Con estos métodos que se han desarrollado en este trabajo, se han realizado pruebas de diferentes tipos de imágenes, las cuales contienen información digital de diversos tipos de formas como lo son fotografías, documentos, dibujos, pinturas, imágenes médicas, etc.

#### **Recuperación de información. CI**

*Karina Mariela Figueroa Mora (karina@computo.fisimat.umich.mx)*

El problema de la recuperación de información puede resumirse en un problema de búsqueda de objetos digitales, hoy en día esos repositorios de datos son enormes, de manera que el objetivo es conseguir las respuestas rápidamente. En esta charla mostraré algunos algoritmos en los que trabajo y algunas aplicaciones.

#### **Métodos de Monte Carlo en difusión de agua para analizar daños en tejido neuronal. (CI)**

*Alonso Ramírez Manzanares, Alessandro Daducci, Jonathan Rafael-Patiño, José Ramón Capetillo Vázquez (alam@ciimat.mx)*

Se presentaran una introducción a la teoría y las aplicaciones de la técnica numérica de simulación Monte Carlo de movimiento Browniano de moléculas de agua dentro de tejido cerebral. Se discutirá como se pueden sintetizar una señal de resonancia magnética (RM) a partir de la simulación del proceso dinámico de la auto-difusión de las moléculas de agua y como estas simulaciones permiten trabajar con configuraciones geométricas 3D arbitrarias que se asemejan a las encontradas en la estructura del tejido neuronal. Se presentará la aplicación a la caracterización de la señal de RM pesada en difusión de hidrógeno que proviene de tejido axonal dañado debido a enfermedades como esclerosis múltiple o epilepsia. Se discutirán las limitaciones de esta herramientas numérica y como debe

de ser entonada para producir resultados robustos y útiles para la investigación científica. Se justificará por qué la simulación de estas señales es importante para la investigación médica y el diagnóstico, así como las limitaciones actuales para su aplicación en ambientes clínicos. Finalmente, discutiremos hacia que direcciones es importante dirigir la investigación a futuro.

**Sobre los mecanismos de paso de parámetros en lenguajes de programación.** (CDV)

*Karla Ramírez Pulido* (karla@ciencias.unam.mx)

En todo lenguaje de programación se puede hacer uso de diversos mecanismos de paso de parámetros, es decir, de distintas formas de enviar el o los parámetros entre funciones, métodos, macros, sub-rutinas, entre otros. Los métodos más comúnmente usados son el paso de parámetros por valor y por referencia; sin embargo, existen otros mecanismos como el paso de parámetros por necesidad, por nombre y el de referencia-regreso. Así mismo, todo lenguaje de programación hace uso de alguno de estos mecanismos, lo cual conlleva ciertas ventajas y desventajas tanto para el programador como para el diseñador del lenguaje. Dado lo anterior, esta plática proporcionará un panorama general de los diferentes mecanismos de paso de parámetros mediante el uso de ejemplos, tomando como base los conceptos matemáticos formales de función y sustitución de variables. El propósito de esta ponencia es exponer diversos mecanismos de paso de parámetros, así como discutir sus características y posibles efectos secundarios cuando se presentan en algún lenguaje de programación. Este trabajo se realiza con el apoyo del proyecto UNAM PAPIIME PE102117.

**Una implementación del cálculo de la deficiencia de un grafo (bi)orientado.** (CDV)

*Juan Antonio Vega Garfias, Mireya Paredes* (javega@math.cinvestav.edu.mx)

Una biorientación de aristas de un grafo simple consiste en reemplazar cada una de sus aristas  $\{x, y\}$ , o bien por la arista  $(x, y)$  o la arista  $(y, x)$  o por el par de aristas  $(x, y)$  y  $(y, x)$ . Si el digrafo resultante tiene aristas paralelas, se llama grafo biorientado, y en caso contrario, grafo orientado. Los ideales tóricos son una clase especial de ideales primos en un anillo de polinomios, los cuales son generados por binomios. Sea  $D'$  un grafo (bi)orientado y sea  $P_{D'}$  el ideal tórico asociado a  $D'$ . La deficiencia de  $D'$ , denotada por  $\text{def}(D')$ , es la diferencia entre el mínimo número de generadores binomiales de  $P_{D'}$  y la altura  $\text{ht}(P_{D'})$ . En particular, decimos que un grafo no-dirigido  $G$  es una intersección completa binomial si para cada grafo orientado  $D$  cuyo grafo subyacente es  $G$  se tiene:  $\text{def}(D) = 0$ . En este poster mostraremos una implementación para calcular la deficiencia de un grafo (bi)orientado; además, una implementación de un algoritmo polinomial para decidir si  $G$  es una intersección completa binomial.

**Problema de coloración de gráficas por medio de PSO.** (CDV)

*Juan Gerardo Girón Silvestre, José Manuel Gómez Soto* (juanger96@gmail.com)

El problema de coloración de gráficas consiste en encontrar el mínimo número de colores necesarios para pintar los vértices de una gráfica, de tal manera que dos vértices adyacentes no tengan el mismo color. Esta ponencia aborda el problema mediante el método heurístico de optimización por enjambres de partículas (PSO por sus siglas en inglés) utilizando programación basada en Agentes.

**Gráficas dirigidas acíclicas y sus aplicaciones en computación.** (RT)

*Claudia Paola Medina Santamaria* (clapas93@ciencias.unam.mx)

La Teoría de las Gráficas ha tenido un gran impacto dentro de las Ciencias de la Computación debido a que proporciona una herramienta muy útil para modelar distintos problemas. En esta plática damos un panorama de una clase especial de gráficas, llamadas gráficas dirigidas acíclicas, discutiendo algunas de sus propiedades y mostrando ejemplos de aplicaciones en computación que se sirven de ellas para su desarrollo, por ejemplo algoritmos para resolver el problema SAT y el problema de eliminación de subexpresiones comunes, relevante en la implementación en compiladores. Este trabajo se realiza en el marco del proyecto UNAM PAPIIME PE102117.

**Problemas de teoría de gráficas en bioinformática.** (CI)

*Maribel Hernández Rosales* (maribel@im.unam.mx)

Entidades biológicas, tales como genes, proteínas, especies, entre otros, pueden ser representados como vertices en una gráfica y las relaciones que existen entre ellas como artistas del mismo. En esta plática hablaré de las propiedades que debe tener dicha gráfica de manera que podamos reconstruir la historia evolutiva de esas entidades biológicas. Esta historia evolutiva se describe con árboles, cuyas hojas representan genes, y cuyos nodos internos representan eventos evolutivos que ocurren en los genes. Sin embargo, dado el ruido que puede existir en datos reales o la incapacidad de los métodos existentes para elucidar relaciones 100% exactas entre genes, muchas veces es necesario llevar a cabo ediciones en la gráfica de relaciones. Durante esta presentación les hablaré de varios problemas de edición de gráficas motivados por este tipo de problemas biológicos.

**Aplicación de un método de clustering para analizar la conectividad en redes hipocampales vistas como redes complejas. (CI)**

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

En este trabajo se presenta la aplicación de un método computacional para determinar comunidades (clustering) de nodos usado en el área de redes complejas. Este método es empleado con el objetivo de caracterizar regiones que tengan mayor capacidad de conectividad en redes hipocampales afectadas por Beta-amiloide. El análisis es llevado a cabo por medio de la detección de clusters o comunidades de nodos altamente conectados cuya metodología es presentada en tres etapas. La primera etapa convierte gráficamente la red hipocampal en una red compleja y es formalmente representada como un grafo. En particular, para este tipo de problema, la definición de nodos y aristas sobre la red ponderada resultante es definida como sigue. Los nodos representan a las células o conjunto de células que muestren alguna actividad durante cierto tiempo, y las aristas se establecen cuando existe alguna actividad simultánea entre células, donde el peso de las aristas es definido por el valor de correlación obtenido entre células. La segunda etapa consiste en la construcción de comunidades a través de un método de optimización de modularidad y la aplicación de medidas de centralidad. Básicamente, la modularidad es usada para formar a las comunidades o subgrafos de la red que presentarán a los nodos con alta interconectividad entre ellos, y baja conectividad entre comunidades. En la tercera etapa, los grupos son caracterizados por la aplicación de medidas de centralidad, donde las comunidades con los valores más altos son seleccionadas y consideradas como las regiones más importantes dentro de la estructura de la red. Finalmente, se muestran gráficamente los resultados obtenidos a partir de algunas muestras de redes hipocampales proporcionadas por los expertos, identificando los grupos que representan a las regiones con las células o nodos más relevantes en de la red.

**Arte generativo: Una introducción a processing y arduino. (RT)**

*Héctor Heriberto Rodríguez Martínez, Luis Antonio Gracia Trujillo, Raúl Ochoa Valiente (erz440@gmail.com)*

El arte digital es una de las materias que están cobrando auge en nuestra época. La evolución computacional que hemos vivido en los últimos 50 años está haciendo que tengamos que combinar múltiples disciplinas cada vez más. El arte generativo es una de las ramas del arte digital en la cuál vemos involucradas muchas formas y expresiones de la matemática moderna, como el uso de cálculo diferencial e integral, geometría, ecuaciones diferenciales, geometría diferencial, álgebra lineal, teoría de grupos, entre otras, combinando el arte y diseño con el cómputo científico podemos crear obras y piezas únicas; abordando desde una perspectiva distinta lo que conocemos como arte. Aprovechamos también este documento como una manera menos tediosa de aprender a programar bajo el paradigma de programación orientada a objetos, pretendiendo que las generaciones futuras de nuestra facultad adopten un apego mayor al desarrollo de algoritmos y la programación como una profesión. Al final el lector obtendrá los conocimientos básicos sobre programación en el lenguaje processing, y el desarrollo de algoritmos usando sus conocimientos matemáticos para modelar piezas visualmente atractivas.

**Cuadratura numérica la transformada directa de Radon en el plano. (CDV)**

*Armando Espíndola Pozos, Luis Enrique Morales Márquez (espinpozos@gmail.com)*

La cuadratura numérica de la Transformada de Radon de funciones en el plano es muy importante en diversos campos de estudio tales como tomografía axial computarizada, procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, campo de radar y solución de ecuaciones en derivadas parciales por mencionar algunas. En este trabajo representamos en el GUI de MatLab la gráficas de la cuadratura numérica de la Transformada Directa de Radon para funciones definidas en el plano y la comparamos con el comando radon del software MATLAB.

**Coloración de gráficas. (RT)**

*Yurisel Salmerón Campos (yuri.s.cam@gmail.com)*

En esta plática hablaremos sobre coloración de vértices de una gráfica y mostraremos un algoritmo que nos permite hallar el número de coloraciones de dicha gráfica para lo cual definiremos conceptos necesarios como bipartición matriz de adyacencia e incidencia, color-partición, número cromático y polinomio cromático de una gráfica. El algoritmo planteado se basa en la construcción de nuevas gráficas a partir de una gráfica inicial, las cuáles tienen menos complejidad de trabajar.

**Codificación de claves públicas y privadas en criptografía sobre varias variables. (CI)**

*Eliver Pérez Villegas, Edgar González, Guillermo Morales, Feliú Sagols (eliverperez90@gmail.com)*

La criptografía sobre varias variables ha sido de gran interés en los últimos años debido a que resolver sistemas de ecuaciones polinomiales de grado dos con más de dos variables ha sido demostrado ser un problema NP-difícil. De hecho, éste puede ser un problema resistente al cómputo cuántico. Con la inminente salida de un computador cuántico, la criptografía utilizada hoy en día se encuentra en riesgo, debido a que el problema de factorización utilizado por RSA y el problema del logaritmo discreto en el que basa su seguridad ElGamal así como también los esquemas basados en curvas elípticas permanecen aún sin resolver utilizando nuestro cómputo actual, sin embargo, estos problemas se pueden resolver utilizando el algoritmo de Shor en un computador cuántico. Por

esta razón es que se han estado estudiando otros esquemas criptográficos que sean capaces de reemplazar los esquemas utilizados hoy en día siendo resistentes a ataques empleados desde una computadora cuántica. En la criptografía sobre varias variables, las claves públicas son sistemas de ecuaciones sobre varias variables mientras que las claves privadas están compuestas por transformaciones afines sobre campos finitos. Una de las principales desventajas de esta criptografía, es que el tamaño de las claves tiende a ser muy grande conforme el número de variables incrementa. Presentamos una codificación utilizando ASN.1 (Abstract Syntax Notation One) con el objetivo de lograr una reducción en el tamaño de las claves, y con la que se obtiene una significativa reducción en comparación con la representación usual de las mismas instancias.

**Razonamiento ecuacional sobre estructuras de datos. (RT)**

*Pilar Selene Linares Arevalo* (selene\_linares@ciencias.unam.mx)

En nuestros cursos de Álgebra, hemos aprendido a demostrar propiedades sobre números a partir de axiomas y, en algunos casos, otras propiedades. Por ejemplo, únicamente a partir de las ecuaciones:

$$\begin{aligned}x + y &= y + x \\x + (y + z) &= (x + y) + z\end{aligned}$$

podemos concluir que  $x + (y + z) = (z + y) + x$ , pero no podemos afirmar que  $x + x = x + y$ .

De forma general podríamos preguntarnos: ¿cuándo una igualdad es consecuencia lógica de un conjunto dado de ecuaciones?. La Lógica ecuacional es una restricción de la Lógica de Primer Orden que trabaja con expresiones en forma de igualdades. En esta presentación hablaremos del razonamiento en la lógica ecuacional, su uso en la demostración de propiedades de estructuras de datos –como listas, árboles y pilas–, así como su aplicación al razonamiento en programación funcional. Este trabajo se realiza con el apoyo del proyecto UNAM PAPIME PE102117.

**Encriptación de objetos mediante autómatas celulares unidimensionales. (CDV)**

*Héctor Jesús Sotelo Carrillo, José Manuel Gómez Soto* (ewt7319@gmail.com)

La encriptación de datos se ha vuelto de vital importancia para el intercambio de información confidencial a través de internet. Una de las principales características de los sistemas que encriptan, es que sean muy robustos en el sentido que no se puedan desencriptar en tiempo real. En esta ponencia expondremos uno de los métodos más seguros para encriptar, que consiste en el uso de autómatas celulares; en particular, mostraremos la encriptación de objetos en 3 dimensiones, mediante reglas caóticas en autómatas celulares unidimensionales.

---





## Ecuaciones Diferenciales

Coordinador: Martha Álvarez Ramírez

Lugar: Seminarios 4, Instituto de Matematicas

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Arturo Criollo Pérez	Gamaliel Blé González	
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Edgar A. Antonio	Felipe Monroy Pérez	Ana Contreras Méndez	
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Luis Aguirre Castillo	Mario Gerardo Medina	Gabriel Catalan Angeles	
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	<b>Mónica Clapp</b>	Martin Celli Siboni	Ma. Fernanda Jiménez	
12:00–12:30	<b>Julio Ernesto Solís</b>		Amilcar Meneses V.	José Lino Cornelio	
12:30–13:00		Jorge Esquivel Avila	Suset G. Rodríguez	Oswaldo Osuna Castro	
13:00–13:30	Jesús Noyola R.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	B. Cuahutenango				
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	David Yañez Olmos				
17:30–18:00	Carlos Fuentes R.	Juan Montealegre	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Sergii Torba	Tishbe Pilarh Herrera			
18:30–19:00	Carlos López M.	Hugo Parra Prado	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:30–20:00					

### Caos, disipatividad y control. (CDV)

Julio Ernesto Solís Daun (solis\_daun@hotmail.com)

Iniciamos con algunos ejemplos clásicos de sistemas caóticos (finitos o infinitos), como el de Lorenz, para luego plantear el problema del “control de caos”. Después, establecemos un vínculo entre dos conceptos aparentemente ajenos de la noción de disipatividad: punto-disipatividad, proveniente de la teoría de sistemas dinámicos, y pasividad, de la teoría de sistemas de control. Por último, de una solución general al problema de diseño de controles regulares y acotados en conjuntos convexos  $U$  en  $\mathbb{R}^m$ , dentro del marco de las funciones de Lyapunov de control, construiremos explícitamente un control acotado que estabiliza globalmente ciertas clases de sistemas caóticos disipativos, sean éstos de dimensión finita o infinita.

### Análisis asintótico y numérico de propagación e interacción de ondas para ecuaciones no lineales esencialmente no Integrables. (CI)

Jesús Noyola Rodríguez, Georgy Omelyanov (Jesnoyola89@gmail.com)

En este trabajo se demuestra la existencia de soluciones tipo solitón (Ondas viajeras que se propagan sin deformarse) para problemas no lineales esencialmente no integrables, como lo son la ecuación de Degasperis-Procesi y las ecuaciones de tipo KdV con no linealidad no homogénea de clase  $C^1$ . Se realiza un análisis asintótico en el cual se considera una perturbación pequeña al problema. Se construye un esquema numérico estable con el cual se realiza un número de simulaciones numéricas.

### Fricción fraccionaria en ecuaciones de onda no lineales con efecto de memoria. (CI)

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 en forma cerrada para la ecuación de onda fraccionaria con derivada del tipo Caputo-Fabrizio-Caputo en la variable temporal y como término de fricción se ha propuesto una expresión integrodiferencial cuyo kernel involucra a las funciones del tipo Mittag-Leffler. Mostraremos como la variación de los parámetros que definen a las funciones de Mittag-Leffler

conducen a la ecuación de onda con fricción fraccionaria representada por una derivada fraccionaria del tipo Caputo-Fabrizio-Caputo y como también la fricción puede ser representada por la derivada fraccionaria del tipo Atangana-Baleanu-Caputo recientemente propuesta.

**Ondas lineales y no lineales. Una introducción a las ecuaciones diferenciales parciales.** (CDV)

*Jesús Adrián Espínola Rocha* (jaer.azc.uam.mx@gmail.com)

Desde los años 60, con el advenimiento de computadoras cada vez más rápidas, un crecimiento de los estudios "no lineales" creció enormemente. Entre ellos están el caos, los fenómenos de reacción-difusión y las ondas no lineales y los solitones. Los solitones, en particular, tienen la propiedad de ser sistemas "completamente integrables". En esta charla, platicaremos brevemente de cómo surgieron estos sistemas, la forma original de su resolución, y cuál es la relación entre solitones, geometría y física. Veremos cómo nos podemos mover, en un abrir y cerrar de ojos, de problemas estudiados por ingenieros hasta llegar a matemáticas puras. Veremos cómo se encuentran otros sistemas integrables que provienen de la óptica de fibras, de guías de onda, e inclusive del estudio del ADN en el sistemas biológicos. La charla será introductoria para estudiantes de licenciatura e ingenieros y físicos no expertos en el tema.

**Homogeneización de un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias. Aplicaciones.** (RT)

*David Yañez Olmos* (davidyanazolmos@hotmail.com)

Se estudia una familia de problemas de contorno para sistemas de  $n$  ecuaciones diferenciales ordinarias, con coeficientes reales, diferenciables, periódicos y rápidamente oscilantes, dependientes de un parámetro pequeño. Se aplica el método de homogeneización asintótica para obtener el problema homogeneizado y las expresiones de los coeficientes efectivos. Basado en un principio del máximo, se demuestra la convergencia de la familia de soluciones del problema original a la solución del problema homogeneizado. Para el caso particular de  $n = 2$ , se aplican los resultados para obtener los coeficientes efectivos elástico, piezoeléctrico y dieléctrico de una barra piezoeléctrica. También se usan estos resultados para estudiar el comportamiento efectivo de un problema unidimensional dieléctrico complejo. En ambas aplicaciones se investigan las regiones de ganancia de las propiedades efectivas. Este trabajo representa una introducción al estudio de métodos de homogeneización y sus aplicaciones.

**Ecuación diferencial parcial fraccionaria para la infiltración del agua en el suelo.** (CI)

*Carlos Fuentes Ruíz, Fernando Brambila Paz, Felipe Zataráin Mendoza, Heber Eleazar Saucedo Rojas, Carlos Alberto Chávez García* (cbfuentesr@gmail.com)

Se presentan las ecuaciones diferenciales, que resultan de los principios de conservación de la masa y de cantidad de movimiento a través de la ley de Darcy, para describir los procesos de transferencia de masa y energía en el suelo especialmente en el fenómeno de la infiltración. En particular se considera la ecuación diferencial en la cual el espacio es una función de la cantidad de agua y del tiempo, en lugar de que la cantidad de agua es función del espacio y del tiempo, tal y como fue considerado por Philip para deducir la solución en serie en la raíz cuadrada del tiempo, válida en tiempos cortos. En la ecuación diferencial la derivada parcial entera del espacio con respecto al tiempo se reemplaza por una derivada fraccionaria en el sentido de Caputo para tomar en cuenta los procesos de memoria en el tránsito del agua a través del medio poroso. Con estas consideraciones se ha deducido una solución en serie del fenómeno de la infiltración pero en función del tiempo elevado a la mitad del orden fraccionario de la derivada temporal; cuando este orden es la unidad se obtiene como caso particular la solución clásica de Philip. Para extender la ecuación diferencial fraccionaria temporal así deducida a todo tiempo de la infiltración, se han retomado y adaptados los conceptos de la teoría clásica de Parlange para deducir soluciones aproximadas pero de alto grado de precisión de la ecuación de infiltración fraccionaria o anómala. La ecuación de la infiltración anómala aproximada resultante es resuelta en serie para los tiempos cortos, sin embargo se requieren métodos numéricos para su solución en todo tiempo; cuestión que abre una línea de investigación. No obstante se presenta una primera ilustración gráfica de la infiltración anómala cuando varía el orden de la derivada fraccionaria temporal.

**Sistema completa de soluciones de ecuaciones parabólicas y sus aplicaciones para problemas mixtas y de frontera libre.** (CI)

*Sergii Torba* (storba@math.cinvestav.edu.mx)

Se construye una familia completa de soluciones para ecuaciones parabólicas de forma

$$u_{xx} - q(x)u = u_t.$$

La familia se obtiene como imágenes de polinomios de calor bajo de acción del operador de transmutación. Las funciones de esta familia se llaman polinomios de calor generalizados. Se presentaran formulas explícitas y convenientes para aplicaciones numéricos para estos polinomios. Como aplicaciones se presentara métodos numéricos para resolver problemas mixtos (inicial con condiciones en frontera) y con frontera libre (tipo problema de Stefan). La ponencia se base en trabajos conjuntos con V. V. Kravchenko, I. V. Kravcheno y J. A. Otero.

**Variables elegantes y ecuaciones diferenciales. (RI)***Carlos López Monroy (clmmx77@hotmail.com)*

El método de la Variable Elegante, fue propuesto en 1996 por Pedro Miramontes y Faustino Sánchez, la utilidad del método radica en que las ecuaciones diferenciales de algunos modelos de crecimiento biológico pueden ser resueltos fácilmente. Uno de los problemas propuestos por estos investigadores fue el hecho de poder deducir las Variables Elegantes de forma generalizada. En esta plática se presenta la deducción de una Variable Elegante General, tomando como base el método de los factores integrantes para las ecuaciones diferenciales de primer orden, así como el método de variación de parámetros para las ecuaciones diferenciales de mayor orden.

**Ecuación de Korteweg-de Vries sobre una semirecta. (CI)***Edgar Alejandro Antonio Martínez, Jorge Sánchez Ortiz, Martín Patricio Árciga Alejandre (kwanfight@hotmail.com)*

Se considera un problema de valor inicial y de frontera para la ecuación de Korteweg-de Vries sobre una semirecta. Se utiliza el método de Fokas para encontrar una representación integral de la solución; así mismo, se implementa un método numérico para encontrar una solución de un problema específico. Posteriormente, se generalizará este resultado proponiendo un modelo de dispersión que involucra derivadas fraccionarias.

**El problema de Seibert-Florio y el método directo de Lyapunov para sistemas semidinámicos. (CI)***Luis Aguirre Castillo, B. Kalitine (lac@xanum.uam.mx)*

El problema de Seibert-Florio consiste en que, dado un sistema dinámico ó semidinámico (no necesariamente diferenciable) en un espacio métrico  $X$  con una variedad (conjunto) invariante  $Y$ ; que su vez contiene un conjunto (compacto)  $M$ . Se buscan condiciones que garanticen, a) la estabilidad de  $M$ ; b) la estabilidad asintótica de  $M$ ; y c) la estabilidad asintótica global de  $M$ . La idea clave para resolverlo ocurrió con la formulación del Principio del umbral de Seibert y su aplicación en el contexto del problema presentado. En esta charla se muestra la conexión que existe entre el enfoque de esta teoría con la del Método Directo de Lyapunov, conexión estudiada con B. Kalitine y sugerida por él en una de sus visitas a la UAM-Iztapalapa.

**Estados estacionarios para la ecuación no lineal de Schrödinger. (CDV)***Mónica Clapp Jiménez Labora (monica.clapp@im.unam.mx)*

La ecuación no lineal de Schrödinger aparece en muchos problemas interesantes de la física matemática. La existencia de estados estacionarios para dicha ecuación tiene una expresión variacional, es decir, tales estados son los puntos críticos de un funcional definido en un espacio de Hilbert. Probar la existencia de puntos críticos para dicho funcional resulta ser un problema no trivial y muy interesante desde el punto de vista del análisis matemático. Platicaremos de ello en esta charla y haremos un recuento de los resultados más sobresalientes al respecto y de las técnicas que se usan para obtenerlos. Presentaremos también algunos resultados recientes.

**No existencia de soluciones globales de ecuaciones de onda abstractas. (CI)***Jorge Esquivel Avila (jaea@correo.azc.uam.mx)*

Consideramos una ecuación de segundo orden en el tiempo, sin disipación. Para cualquier valor positivo de la energía inicial damos condiciones suficientes para concluir la no existencia de soluciones globales. El éxito del análisis se basa en el estudio detallado de una desigualdad diferencial diferente de las que se utilizan comúnmente en la literatura para concluir no existencia de soluciones globales. Se exhiben varios ejemplos mejorando resultados de otros autores .

**Estabilidad de sistemas positivos. (CI)***Horacio Leyva Castellanos (hleyva@mat.uson.mx)*

Para una familia de sistemas definidos en el ortante positivo, presento un par de resultados para resolver un problema de estabilización y robustez. Ilustro los resultados mediante un par de aplicaciones que motivaron el trabajo. Este trabajo está basado en los teoremas sobre matrices positivas debido a G. Frobenius y O. Perron; también asentado en un teorema de existencia de estabilizadores continuos debido a Z. Artstein.

**Problema de Cauchy para un sistema de ecuaciones de Korteweg-de Vries generalizadas. (RI)***Juan Montealegre Scott (jmscott@puap.edu.pe)*

En la conferencia será considerado el problema de Cauchy

$$\begin{cases} \partial_t u + \partial_x^3 u + 2\alpha u^p \partial_x u + v^p \partial_x v + \partial_x (uv^p) = 0, \\ \partial_t v + \partial_x^3 v + u^p \partial_x u + 2\beta v^p \partial_x v + \partial_x (u^p v) = 0, \\ u(x, 0) = u_0(x), \\ v(x, 0) = v_0(x), \end{cases} \quad (2)$$

en donde  $u = u(x, t)$  y  $v = v(x, t)$  son funciones de valores reales de las variables  $x \in \mathbb{R}$  y  $t \geq 0$ ,  $u_0$  y  $v_0$  son datos iniciales,  $\alpha$  y  $\beta$  son constantes positivas con  $\alpha + \beta = 1$  y el exponente  $p$  es un entero positivo mayor que o igual a uno. El sistema del problema (2) tiene la estructura de dos ecuaciones de Korteweg-de Vries generalizadas acopladas a través de los términos no lineales. En el caso  $p = 1$  el sistema fue presentado por Nutku y Oğuz en [5]. Utilizamos la teoría de Kato para ecuaciones quasi-lineales, para demostrar que el problema (2) es localmente bien formulado cuando los datos iniciales  $u_0$  y  $v_0$  pertenecen al espacio de Sobolev  $H^s = H^s(\mathbb{R})$  y  $s > 3/2$ , es decir, se mostrará que dicho problema tiene solución única que depende continuamente de los datos iniciales. También se indicará como en el caso  $p = 1$ , se obtiene la existencia de una solución global siempre que  $u_0, v_0 \in H^s$  y  $s \geq 2$ .

**Bibliografía:** [1] L. Bona, J. Cohen, G. Wang. *Global well-posedness for a system of KdV-type equations with coupled quadratic nonlinearities*. Nagoya Mathematical Journal **215** (2014), 67–149. [2] H. Hu, Q.P. Liu. *Decouple a coupled KdV system of Nutku and Oğuz*. Phys. Lett. 294A (2002), 84–86. [3] T. Kato. *Quasi-linear equations of evolution, with applications to partial differential equations*. Lecture and Notes in Mathematics, 448 (1975), 25–70. [4] K. Kobayasi. *On a theorem for linear evolution equations of hyperbolic type*. J. Math. Soc. Japan 31 (1979), 647–654. [5] Y. Nutku, Ö. Oğuz. *Bi-Hamiltonian structure of a pair of coupled KdV equations*. Il Nuovo Cimento 105B (1990) 1381–1383.

**Problema bidimensional de identificación de la frontera de contacto entre un medio conductor y un conductor ideal.** (RT)

*Tishbe Pilarh Herrera Ramírez, Andrés Fraguela Collar (tphr\_6@hotmail.com)*

En las ciencias aplicadas como por ejemplo neurociencias y geofísica, es de interés resolver el siguiente problema: Para una región conductora eléctrica, utilizando métodos no invasivos, se desea identificar características desconocidas en su interior como un conductores ideales o un aislantes ideales. La modelación matemática permite formular esta problemática en el marco de la teoría de los problemas inversos. Este trabajo pretende resolver problema de identificar la frontera de una inclusión interior conductora ideal. Primero supondremos que para una semibanda conductora, existe una altura a partir de la cual la banda se comporta como un conductor ideal. El problema de identificación a resolver es determinar dicha altura a partir de mediciones de potencial y corriente en la base de la misma, con dicha metodología se pretende extender el resultado a una región anular. Debido a que el problema implica un mal planteamiento, se propone una estrategia de regularización para obtener la altura en la banda a partir ciertas características sobre las mediciones en la base. Dichas características son determinadas por el comportamiento de una región en la cual se sabe existe este cambio de conductividad.

**Soluciones localizadas en un sistema NLS-mKdV.** (CI)

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

Consideramos el problema de transporte de energía a lo largo de una red cristalina anarmónica del tipo cuántica, en el límite de onda larga unidireccional. Un proceso detallado, en las ecuaciones discretas de la red, muestra que las ondas de propagación estables unidireccionales para el límite continuo producen un sistema acoplado entre una ecuación de Schrödinger (NLS) no lineal y la ecuación modificada de Korteweg-de Vries (mKdV) el cual es tratado por medios variacionales y numéricos para encontrar condiciones en los parámetros del modelo para la existencia de soluciones localizadas. Esta familia de soluciones localizadas es probada numéricamente, mediante el método pseudo-espectral, en nuestro sistema NLS-mKdV.

**Análisis topológico del problema de Kepler con perturbación de mundos brana.** (CI)

*Arturo Criollo Pérez, Omar Pedraza Ortega (arturoc@uaeh.edu.mx)*

Recientemente la teoría de cuerdas y los mundos brana han atraído la atención de la comunidad científica. En la primera parte de la plática damos una introducción a estas teorías. Luego de los distintos escenarios de Mundos Brana elegimos uno del tipo Randall-Sundrum (RSIIp), este escenario ofrece una familia de potenciales de la forma  $V = V_0 + V_p$ , donde  $V_0$  es el potencial Newtoniano clásico y  $V_p$  es la perturbación de mundos brana, y  $p$  denota el número de dimensiones compactas. Después presentamos las ideas centrales del estudio topológico de sistemas hamiltonianos junto con un breve tratamiento del Problema de Kepler. Finalmente mostramos resultados del análisis topológico del Problema de Kepler con perturbación de mundos brana para el caso  $p = 1$ .

**¿Qué es la teoría geométrica de control?.** (CDV)

*Felipe Monroy Pérez (fmp@correo.azc.uam.mx)*

Se presenta una visión panorámica de la evolución de las ideas matemáticas en torno a la teoría geométrica de control óptimo. Se distinguen tres momentos: 1. Las condiciones necesarias de optimalidad del cálculo de variaciones clásico, desarrolladas por L. Euler y J.L. Lagrange en el siglo XVII y más tarde, en la década de los 40's del siglo pasado, por C. Caratheodory, O. Bolza, entre otros, y la llamada escuela de Chicago del cálculo variacional. 2. La formulación del Principio Máximo desarrollada por la escuela de Steklov liderada L.D. Pontryagin, en la década de los 50's del siglo pasado, y el subsecuente desarrollo del estudio de sistemas de control no lineales. 3. La introducción de la geometría diferencial en los años 70's, para el tratamiento de sistemas de control no lineales, destacándose los trabajos de los herederos de la escuela de Pontryagin en la ex-URSS y los trabajos de R.W. Brockett, H. Sussmann y V.

Jurdjevic, entre otros, de este lado del Atlántico. Se presenta este desarrollo histórico sucinto para poner en contexto la investigación actual de los problemas de la geometría sub-Riemanniana y la difusión hipo-elíptica. El problema geodésico sub-Riemanniano en una variedad  $M$  en la que está dada una distribución de campos vectoriales  $\Delta \subsetneq TM$  y una métrica  $\langle \cdot, \cdot \rangle_m$  sobre  $\Delta_m$ ,  $m \in M$ , consiste en la minimización del funcional

$$\int \sqrt{\langle \dot{m}(t), \dot{m}(t) \rangle} dt,$$

entre las curvas  $t \mapsto m(t)$  que satisfacen  $\dot{m}(t) \in \Delta_{m(t)}$ , a.e. Este problema geométrico puede ser formulado como un problema de control óptimo en  $M$ . La combinación de técnicas de geometría diferencial y de la teoría de control óptimo han permitido mostrar resultados importantes. Se presentarán ejemplos concretos en dimensiones bajas en  $\mathbb{R}^4$  (geometría de Engel) y  $\mathbb{R}^5$  (geometría de Cartan).

#### Entre la mecánica y la geometría. (CDV)

Mario Gerardo Medina Valdéz (mvmg@xanum.uam.mx)

En esta plática veremos la relación que existe entre problemas en mecánica modelados por un sistema hamiltoniano y la geometría, en particular la geometría riemanniana. Las trayectorias solución de un sistema hamiltoniano pueden ser vistas como geodésicas de una variedad riemanniana a la cual se le provee de una métrica conveniente. En esta charla daremos los elementos para entender esta transición a la geometría.

#### Convexidad y singularidades no diferenciables detrás de algunos resultados clásicos de la geometría euclidiana. (CDV)

Martin Celli Siboni (celli@xanum.uam.mx)

En esta plática, se mostrará cómo ciertas técnicas de estudio de los puntos y configuraciones de equilibrio de la mecánica, nos dan otro enfoque sobre resultados clásicos en geometría, relacionados con la minimización de funciones de la forma  $F(M) = x_1 \|A_1 M\| + \dots + x_N \|A_N M\|$ . Se enfatizarán los casos particulares correspondientes al teorema de Ptolomeo y al problema de Fermat.

#### Mapeo de semi-planos de la transformación de Möbius y su relación con la función $M$ de Weyl-Titchmarsh. (CI)

Amílcar Meneses Viveros, Sergio V. Chapa, Julieta Medina Garcia (ameneses@cs.cinvestav.mx)

La función  $M$  de Weyl-Titchmarsh da información sobre las soluciones del problema singular de Sturm-Liouville. Sin embargo analíticamente es difícil poder calcularla, siempre se hace una aproximación numérica para ello. La función  $M$  es una función analítica propuesta por Herman Weyl y Titchmarsh. La función  $M$  tiene la forma de una transformación de Möbius en el plano complejo. A través de un teorema de mapeo de semiplanos que hemos encontrado, damos una caracterización de las propiedades de la función  $M$  lo cual da un nuevo camino para poder calcularla. Damos la forma general de una de las funciones que se utilizan para calcularla.

#### Aplicación del método de elemento finito para un problema unidimensional de Stefan. (RI)

Suset Graciella Rodríguez Alemán, José A. Otero Hernández, Ernesto M. Hernández Cooper, Francisco Castillo (susetuh@gmail.com)

En este trabajo se estudia un problema unidimensional de Stefan para la transición de fase líquido-sólido, utilizando el Método de Elemento Finito con funciones de Lagrange cuadráticas y funciones B-spline cuadráticas. Se considera una barra unidimensional con condiciones de frontera de Dirichlet. Se presentan comparaciones numéricas con resultados obtenidos al aplicar el Método de Diferencia Finita de cuarto orden de aproximación y el Método Semianalítico del Balance de Energía (Método de Goodman).

#### Determinación de ciclos límites en un modelo depredador presa usando bifurcación de Bautin. (CI)

Gamaliel Blé González, Manuel Falconi Magaña, Luis Miguel Valenzuela Gómez (gble@ujat.mx)

En este trabajo se analiza la dinámica de un modelo depredador presa tipo Holling-Tanner, el cual considera un crecimiento de la presa tipo logístico y un depredador generalista, es decir que puede sobrevivir sin la población presa. Se determinan condiciones en los parámetros del sistema para los cuales se presenta bifurcación de Hopf y para los cuales se presenta una bifurcación de Bautin. En ambos casos generando un ciclo límite estable.

#### Bifurcación de codimensión 1 y 2 en puntos de equilibrio no-hiperbólica. (RT)

Ana Contreras Méndez (annis0309@hotmail.com)

Describiré diferentes tipos de bifurcaciones de codimensión 1 como Transcrita, Tenedor y Silla-Nodo. Por medio del Teorema de Sotomayor se determinará que tipo de bifurcación ocurre en un sistema de ecuaciones de ordinarias en el plano, las cuales son Transcrita, Tenedor o Silla-nodo. Por último hablaremos sobre la bifurcación de Takens-Bogdanov.

**Aplicación del método homotópico al modelo presa-depredador. (CI)**

*Gabriel Catalan Angeles, Jorge Sánchez Ortiz (gabrielcatalan367@gmail.com)*

En este trabajo presentaremos una aproximación a la solución del sistema presa-depredador obtenida al emplear el Método de Perturbación Homotópica (MPH) considerando que los coeficientes de dicho sistema son constantes y que el orden de la derivada no necesariamente es entera. Posteriormente haremos una comparación gráfica entre los resultados obtenidos al variar el orden de la derivada (fraccionaria).

**Dinámica de un modelo depredador presa con crecimiento exponencial y respuesta funcional tipo Crowley-Martín. (RT)**

*María Fernanda Jiménez Alegría, Gamaliel Blé González, Manuel Falconi Magaña (mfernanda\_jimenez@hotmail.com)*

En este trabajo se analiza el comportamiento de las órbitas en el primer cuadrante de un sistema de ecuaciones diferenciales en el plano que modela la interacción de una presa con crecimiento exponencial y un depredador con respuesta funcional tipo Crowley-Martin. Se calculan los puntos de equilibrio y se determinan condiciones en los parámetros del sistema que garanticen la existencia de dichos puntos en la región de interés ecológico. Asimismo, se determinan condiciones para que el sistema presente ciclos límites estables.

**Configuraciones centrales: Euler y Lagrange en uno. (CI)**

*José Lino Cornelio Soberano, Josep Maria Cors Iglesias, Martha Álvarez Ramírez (kornelio\_85@hotmail.com)*

En el problema de  $n$  cuerpos una configuración es central si el vector de aceleración de cada cuerpo es proporcional a su respectivo vector de posición. Las configuraciones centrales generan soluciones explícitas al problema de  $n$  cuerpos. En esta plática hablaremos sobre la existencia de una familia de configuraciones centrales del problema 5 cuerpos. Esta familia consiste de tres cuerpos en configuración central colineal (Euler) donde la masa central esta formando una configuración central equilátera (Lagrange) con los otros dos cuerpos.

**Sobre la integrabilidad de sistemas polinomiales. (CI)**

*Oswaldo Osuna Castro, Salomón Rebollo, Villaseñor Gabriel (osvaldo@ifm.umich.mx)*

Una de las estrategias para entender la dinámica de campos vectoriales es construir suficientes curvas invariantes y mediante estas junto con poderosos resultados de la teoría cualitativa obtener diversos invariantes. En esta plática estudiamos algunas curvas especiales para reducir la cantidad de curvas necesarias y en particular obtener integrabilidad de ciertos sistemas.

---

## Estadística

Coordinador: Carlos Díaz Ávalos

Lugar: Yelizcalli “202”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	J. Igor H. Barahona	Edgar Felipe Lares	
9:30–10:00				Oscar Treviño M.	
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	<b>Mogens Blatt P.</b>	<b>Carlos Cuevas C.</b>	Jessica Ivonne Valdes	
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>			Carolina González G.	
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Juan Luis Palacios	Juan Morales	Elizabeth Solís A.	
12:00–12:30	<b>Guillermina Eslava</b>	Gabriel Nuñez A.	Jorge A. Gil Mota	Dannier R. Milanes	
12:30–13:00			Diana Barranza B.	Blanca Xochilt Muñoz	
13:00–13:30	Edgar Vielma O.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Didier Cortez E.				
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	Jimmy Hernández	Luis Javier Álvarez			
17:30–18:00	José A. Gallegos	Edilberta Tino S.			
18:00–18:30	David A. Ozuna				
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### Los modelos log-lineales y la Regresión logística, su relación y aplicación. (CI)

Guillermina Eslava Gómez, Ricardo Ramírez Aldana, Johan Van Horebeek (eslava@ciencias.unam.mx)

Los modelos log-lineales son modelos estadísticos útiles para explicar la relación entre un conjunto de variables aleatorias discretas  $X = (X_1, \dots, X_p)$ . El modelo se expresa a través del logaritmo de la función de distribución conjunta,  $\log(P(X_1 = x_1, \dots, X_p = x_p))$ . Si una de estas variables, digamos  $X_1$ , es considerada como variable respuesta y el resto como explicativas, podemos considerar a un modelo de regresión logística para modelar el logaritmo del momio  $\log(P(X_1 = 1|X_2, \dots, X_p)/P(X_1 = 0|X_2, \dots, X_p))$ . Ambos modelos son muy aplicados en diversas áreas, e.g. investigación médica, estudios de mercado, riesgos crediticios, y otras. Donde dado un conjunto de observaciones, puede ajustarse uno de estos modelos y estimar probabilidades de ocurrencia de un evento dados valores específicos de un conjunto de variables adicionales. Estos modelos guardan una relación estrecha en el sentido que a través de cada uno de ellos puede expresarse la probabilidad condicional de  $X_1$  dado el resto de las variables, esto es  $P(X_1 = 1|X_2 = x_2, \dots, X_p = x_p)$ . Y dado un conjunto de observaciones esta probabilidad puede estimarse. La probabilidad condicional  $P(X_1 = 1|X_2 = x_2, \dots, X_p = x_p)$  derivada del modelo log-lineal y la derivada de la regresión logística en general no son iguales. En esta plática damos las condición bajo la cual estas dos probabilidades son iguales para el caso de modelos log-lineales jerárquicos y en particular para modelos gráficos log-lineales. Se presenta un ejemplo de aplicación que ilustra la utilidad de los modelos y la relación que guardan entre ellos.

### Estimación del ingreso por trabajo en los municipios y las delegaciones de México utilizando técnicas de estimación para áreas pequeñas. (RI)

Edgar Vielma Orozco (edgar.vielma@inegi.org.mx)

La información y el conocimiento son factores esenciales para la toma de decisiones; sin embargo, para una mayor efectividad, se requiere de información más desagregada que la disponible en la actualidad. Esta necesidad de mayor detalle ha sido motivo de diferentes estudios que buscan técnicas estadísticas que satisfagan las expectativas de un importante número de usuarios. Una de ellas es la estimación para áreas pequeñas (EAP), que utiliza modelos lineales mixtos. En este trabajo se presenta un ejercicio que compara los resultados de la estimación directa con los obtenidos mediante esta técnica, referente al ingreso promedio mensual por trabajo en la vivienda para todos los municipios y delegaciones de México, a partir de los datos recabados por la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH 2010), y utilizando como información auxiliar las variables captadas en la muestra del Censo de Población y Vivienda (CPV 2010) relacionadas con el ingreso. Además, a manera de validación, se presenta un comparativo

entre los resultados obtenidos con dicha técnica y la estimación proporcionada por esta última encuesta. En el ejercicio realizado se ha mostrado que la técnica EAP con modelo a nivel de área mejora en todos los casos la eficiencia de la estimación directa y, en muchos, ésta es radical.

**Teoría de matrices aleatorias en el estudio de la matriz de covarianza poblacional de datos de dimension alta. (RT)**

*Didier Cortez Elizalde, Addy Margarita Bolívar Cimé (dcortezelizalde@gmail.com)*

La Teoría de Matrices Aleatorias estudia matrices cuyas entradas son variables aleatorias o equivalentemente, variables aleatorias que toman valores en un espacio de matrices. Esta teoría es muy útil en el análisis de datos de dimensión alta, es decir, cuando el tamaño de muestra es menor a la dimensión de los datos, lo cual aparece en diversos campos, tales como genética, finanzas, análisis de imágenes médicas, entre otros. En esta plática se pretende mostrar como la Teoría de Matrices Aleatoria, en particular el Teorema de Marchenko- Pastur y la distribución de Tracy-Widom pueden ser útiles para resolver el problema del Análisis Multivariado de determinar si la matriz de covarianza poblacional de datos normales multivariados de dimensión alta es la matriz identidad y se proporcionaran algunos ejemplos.

**Estimación del riesgo relativo cuando el evento bajo estudio no es raro. (CDV)**

*Rebeca Aguirre Hernández (rebeca.aguirrehdez@yahoo.com.mx)*

En los estudios epidemiológicos de cohorte se hace un seguimiento de individuos expuestos y no expuestos a un factor de riesgo con el fin de comparar la incidencia de un determinado evento. Para cada individuo se registra si presentó o no el evento de interés y, en caso de que lo haya presentado, el punto en el tiempo en el que ocurrió. En este caso, las técnicas de análisis de supervivencia permiten estimar la razón de las tasas de incidencia de los dos grupos. Ocasionalmente, el tiempo en el que ocurrió el evento de interés es desconocido; solo se sabe si el individuo presentó o no el evento. El objetivo es estimar el riesgo relativo. Cuando el evento es raro, la razón de momios calculada a partir del modelo logístico es aproximadamente igual al riesgo relativo. A veces se usa el modelo de regresión Poisson, aunque este modelo estima la razón de dos tasas, no la razón de riesgos. Otra opción es usar un modelo lineal generalizado para respuestas binarias con liga logarítmica, pero este modelo suele tener problemas de convergencia. En la presentación se explicará cómo estimar el riesgo relativo a partir de modelos de regresión cuando el evento bajo estudio no es raro.

**Procesos puntuales espaciales y su aplicación al estudio de la incidencia de enfermedades gastrointestinales. (CDV)**

*Jimmy Hernández Morales, Rodrigo Quijón Hipólito, Alfredo Sepúlveda Sastré (fis\_jimmy@ciencias.unam.mx)*

El análisis de patrones puntuales es una herramienta indispensable para estudiar las relaciones subyacentes entre datos geográficos. Los procesos puntuales espaciales son procesos estocásticos que nos permiten estudiar la distribución de un conjunto de eventos ocurridos sobre una región, así como obtener información relativa a estos eventos. En éste trabajo presentamos una aplicación de los procesos puntuales para modelar la incidencia de enfermedades gastrointestinales en la ciudad de México a nivel de AGEB, uno de los principales problemas de salud pública. Se ha notado que la incidencia y prevalencia de estas enfermedades depende del nivel socioeconómico por lo que consideramos características y servicios de la vivienda, y acceso a la salud obtenido de los censos económicos en diferentes años. Una de las primeras preguntas que se responde es si existe homogeneidad en la distribución espacial de los datos, esto es, si se presenta un patrón de inhibición, conglomerado o aleatoriedad completa. Se ajusta un proceso puntual asumiendo no estacionariedad y se hace un análisis de interacción entre años para ver si hay evidencias de dependencia entre las localizaciones de las incidencias de casos de enfermedades gastrointestinales. Se identifican las zonas de riesgo, zonas con alta incidencia de enfermedades, éstas son áreas de suma importancia pues su reconocimiento estadístico implica mejoras en la planeación de intervenciones logísticas en cuanto al combate de dichas enfermedades.

**Encuestas de victimización en México. (CDV)**

*José Antonio Gallegos Urenda (jose.urenda@inegi.org.mx)*

Las encuestas de victimización surgen como una herramienta de investigación para identificar aspectos del delito que las fuentes administrativas no captan. Entre éstos destacan las características de las víctimas, la cifra negra, la percepción de la delincuencia, así como la actitud hacia la policía y las instituciones de Seguridad Pública. Se exponen los objetivos y principales resultados de la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE), la Encuesta Nacional de Victimización de Empresas (ENVE) y la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU), sobre prevalencia e incidencia delictiva, así como los delitos de alto impacto captados por las mismas y la percepción de inseguridad.

**Aplicación estadística del proceso de ramificación de Galton-Watson. (RI)**

*David Alejandro Ozuna Santiago (David\_Daos117@hotmail.com)*

La modelación del crecimiento de poblaciones que están en peligro de extinción o que puede convertirse potencialmente en un peligro para las otras poblaciones del entorno, toma gran relevancia en ciertas áreas de la ciencia como la Biología o Epidemiología. La



modelación del crecimiento de una población, permite conocer su tamaño en la  $n$ -ésima generación. La teoría de los procesos de ramificación de Galton-Watson es una herramienta de gran utilidad, para estudiar el tamaño de una población. Esta clase de proceso estocástico permite estudiar la dinámica del crecimiento, reproducción y muerte de una población dada. Con el modelo de Galton-Watson se puede determinar si la población se va a extinguir con probabilidad uno (esto pasa si el tamaño esperado de la población en la  $n$ -ésima generación es menor que uno) o si la población tendrá un crecimiento ilimitado, es decir, la probabilidad de extinción es menor que uno (en este caso el tamaño esperado de la población es mayor que uno). En este trabajo se presenta un estudio de simulación del proceso de Galton-Watson y una aplicación del mismo realizada con la ayuda del software estadístico R. En el estudio de simulación, que se realizó para poblaciones con crecimiento probabilístico, exponencial, geométrico y poisson, se observan las principales características del proceso de la ramificación. Finalmente en la aplicación se estima tamaño esperado de la población para la  $n$ -ésima generación. Palabras Clave: Crecimiento poblacional, Proceso Estocástico, Probabilidad de extinción.

**Estimation of infinite-dimensional phase-type distributions. (CI)**

*Mogens Bladt Petersen (mogens.bladt@gmail.com)*

If  $X$  has a phase-type distribution and  $N$  is any positive discrete random variable, then we say that the distribution of  $X \dots N$  belongs to the class of NPH distributions. Such distributions preserve the tractability and generality of phase-type distributions (often allowing for explicit solutions to stochastic models and being dense in the class of distributions on the positive reals) but with a different tail behaviour which is basically dictated by the tail of  $N$ . We thereby gain a tool for specifying distributions with a “body” shaped by  $X$  and with a tail defined by  $N$ . After reviewing the construction and basic properties of distributions from the NPH class, we will consider the problem of their estimation. To this end we will employ the EM algorithm, using a similar method as for finite-dimensional phase-type distributions. We consider the fitting of a NPH distribution to observed data, (left-,right and interval-) censored data, theoretical distributions, histograms, and a couple of examples.

**Pruebas secuenciales para procesos estocásticos bajo un horizonte aleatorio. (RT)**

*Juan Luis Palacios Soto, Andrey Novikov (palacios.s.j.l@gmail.com)*

Las pruebas secuenciales clásicas con horizonte infinito han encontrado una gran variedad de aplicaciones en campos como el médico, industrial, etc. Su éxito se basa en maximizar estadísticamente la información de un proceso con la menor cantidad de datos posibles, logrando con ello minimizar costos. Sin embargo, aún cuando existe vasta literatura sobre el tema, este método estadístico no se corresponde totalmente con los procesos actuales en donde la toma de una decisión final se llega a hacer de manera anticipada a la programada por el investigador. Es por ello que se vuelve necesario el desarrollo de pruebas estadísticas que optimicen la información del proceso e incorporen la aleatoriedad al horizonte. Hoy en día este tipo de pruebas tienen su mayor auge en países desarrollados, sin embargo, en nuestro país no se le da la misma importancia. En este trabajo de investigación, que hasta donde sabemos es original, presentaremos un enfoque del tipo de pruebas secuenciales que hemos desarrollado al incorporar la aleatoriedad del horizonte, obteniendo la optimalidad deseada; que además se pueden aplicar a procesos estocásticos a tiempo discreto. Mostraremos los resultados más importantes de esta teoría y algunos resultados numéricos con el método Montecarlo.

**Análisis bayesiano del un modelo gamma bivariado bajo proyección. (CI)**

*Gabriel Nuñez Antonio, Juan de Dios Aguilar Gámez, Emiliano Genyros Squarzon (gab.nuneza@gmail.com)*

En diversas áreas de las ciencias el investigador se puede encontrar con variables que representan direcciones, es decir, variables direccionales. Este tipo de datos son especialmente comunes en las ciencias biológicas, geofísicas, meteorológicas, ecológicas y del medio ambiente. Algunas aplicaciones se encuentran en el análisis de la dirección de traslape de varias especies en alguna reserva ecológica, direcciones de viento, dirección de migración de aves, direcciones de propagación de fisuras en concreto y otros materiales, orientación de yacimientos geológicos, análisis de datos composicionales, análisis de datos axiales, etc. Los datos direccionales en el plano 2-dimensional se denominan datos *circulares*. Cuando los datos circulares se restringen al rango  $(0, \pi/2)$  como es el caso de datos composicionales, distribuciones circulares como la von Mises, la Normal proyectada, la Normal envuelta, o cualquier distribución circular definidas sobre todo el círculo unitario, pueden no ser adecuadas para describir estos conjuntos de datos. Para modelar datos circulares en el rango  $(0, \pi/2)$ , en este trabajo se propone un análisis Bayesiano de la distribución circular que se genera al proyectar radialmente una distribución Gamma bivariada. Se obtienen muestras de las correspondientes distribuciones finales introduciendo variables latentes apropiadas e implementando un muestreo de Gibbs.

**Pruebas secuenciales para procesos estocásticos bajo un horizonte aleatorio. (RT)**

*Juan Luis Palacios Soto, Andrey Novikov (palacios.s.j.l@gmail.com)*

Las pruebas secuenciales clásicas con horizonte infinito han encontrado una gran variedad de aplicaciones en campos como el médico, industrial, etc. Su éxito se basa en maximizar estadísticamente la información de un proceso con la menor cantidad de datos posibles, logrando con ello minimizar costos. Sin embargo, aún cuando existe vasta literatura sobre el tema, este método estadístico no se corresponde totalmente con los procesos actuales en donde la toma de una decisión final se llega a hacer de manera anticipada a la

programada por el investigador. Es por ello que se vuelve necesario el desarrollo de pruebas estadísticas que optimicen la información del proceso e incorporen la aleatoriedad al horizonte. Hoy en día este tipo de pruebas tienen su mayor auge en países desarrollados, sin embargo, en nuestro país no se le da la misma importancia. En este trabajo de investigación, que hasta donde sabemos es original, presentaremos un enfoque del tipo de pruebas secuenciales que hemos desarrollado al incorporar la aleatoriedad del horizonte, obteniendo la optimalidad deseada; que además se pueden aplicar a procesos estocásticos a tiempo discreto. Mostraremos los resultados más importantes de esta teoría y algunos resultados numéricos con el método Montecarlo.

**El algoritmo de Nelder-Mead para obtener los estimadores de máxima verosimilitud de la distribución gama generalizada sin censura y con censura por la derecha. (CI)**

*Karen Gabriela Tamayo Pérez, Bulmaro Juárez Hernández (karenga\_35@hotmail.com)*

La distribución Gama Generalizada es una amplia familia de distribuciones utilizadas en el análisis de tiempos de vida, debido a las diferentes formas que puede tomar la función de riesgo, sin embargo, muchos de los investigadores prefieren utilizar los casos particulares de esta distribución como: la distribución Weibull o la distribución Gama, y posiblemente una de las razones es por qué éstas contienen un número menor de parámetros y resulta más fácil obtener los estimadores usando máxima verosimilitud. El algoritmo de Nelder-Mead, es un algoritmo de búsqueda directa utilizado para la optimización sin restricciones, la ventaja del uso de este algoritmo es que sólo utiliza información de la función sin necesidad de usar la derivada para llegar al máximo, este consiste en que de un Simplex inicial a través de 4 operaciones se va deformando hasta que converge al máximo de la función. Se presenta como propuesta el algoritmo de Nelder-Mead para la obtención de los estimadores de máxima verosimilitud de la distribución Gama Generalizada para los casos de una muestra aleatoria de datos completos y una muestra aleatoria de datos que presentan censura por la derecha.

**Imputación y predicción de datos de precipitación pluvial vía redes neuronales. (CI)**

*Luis Javier Álvarez, Octavio Barahona, Antonio Sarmiento (lja@matcuer.unam.mx)*

La predicción de lluvia es importante por muchas razones. La variabilidad de la precipitación pluvial es, sin embargo, muy difícil ya que depende de una serie de factores físicos. Debido a la complejidad de los procesos atmosféricos por los cuales se genera la precipitación pluvial no es posible, de manera sencilla, predecir su comportamiento. Desde hace más de una década se han usado redes neuronales artificiales (RNA) para elaborar modelos para la predicción del comportamiento de la precipitación pluvial, sin embargo, en México, se han usado poco. En este trabajo se presentan los resultados del uso de RNA para ese fin. Basándose en datos del Servicio Meteorológico Nacional de precipitación pluvial en una serie de estaciones del estado de Morelos, se diseñó y entrenó una RNA con los propósitos de imputar datos y de explorar sus capacidades predictivas. La RNA consiste de una capa de neuronas de entrada, de una capa de cinco neuronas ocultas, y de una de salida. Usando el esquema de alimentación hacia adelante, se lograron imputaciones y predicciones con alta confiabilidad en series de tiempo de estaciones con datos de 1960 a 2014.

**Redes bayesianas como herramienta en el análisis de liderazgos en el estado de Guerrero. (CI)**

*Edilberta Tino Salgado (edithtino24@gmail.com)*

Se realizó un estudio sobre denominado Calidad de la ciudadanía en Guerrero (IEPCGro, 2016), el cual tuvo como objetivo contribuir al desarrollo del diálogo, poniendo a disposición de la sociedad información objetiva, actualizada y relevante sobre valores, percepciones y prácticas ciudadanas y su relación con diversos sujetos de intermediación y representación políticas. El principal insumo para la realización de este estudio consistió en una encuesta a 3,200 ciudadanos, seleccionados aleatoriamente mediante un esquema polietápico. Se exploraron con un cuestionario estructurado seis dimensiones, Estado de derecho y acceso a la justicia, Vida política, Sociedad civil, Vida comunitaria, Valores democráticos y Redes personales y organizacionales. Esta última dimensión se ha incorporado para indagar sobre redes de relaciones entre los ciudadanos, para identificar liderazgos y la longitud del grafo, cantidad de nodos en el árbol de relaciones. Existe metodología para estudiar las redes sociales, pero en el presente trabajo utilizaremos redes probabilísticas para explicar el conjunto de relaciones existentes en la red. Las redes bayesianas se utilizan para modelar un conjunto de variables y sus relaciones de dependencia es una propuesta para la interpretación de los resultados. Esto es, dado este modelo, se hace inferencia bayesiana; es decir, estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas obteniendo así, predicciones o diagnósticos. Además, el uso de redes bayesianas en nuestro estudio nos da información interesante de cómo se relacionan las variables del dominio, las cuales pueden ser interpretadas algunas veces como relaciones de causa—efecto.

**¿Quién escribió la Historia verdadera de la conquista de la Nueva España? ¿Es correcta la hipótesis de Duverger? Un estudio comparativo basado en el análisis estadístico de textos. (CI)**

*Jesus Igor Heberto Barahona Torres, Dalina Villa, Luis Javier Alvarez, Antonio Sarmiento, Octavio Barahona (igor@im.unam.mx)*

Los principales documentos que narran los eventos ocurridos durante la conquista de América por los españoles son, entre otros: Las "Cartas de Relación", escritas por Hernán Cortés y la "Historia verdadera de la conquista de la Nueva España", de Bernal Díaz del Castillo. El historiador y arqueólogo Christian Duverger, en su libro "Crónica de la Eternidad", proporciona evidencias de diversa índole

para afirmar que tales documentos fueron escritos por la misma persona: Hernán Cortés. En este trabajo se hace una comparación de ambos textos sobre la base de métodos estadísticos multivariados. Para proporcionar una evidencia cuantitativa a favor o en contra de la tesis de Duverger, obtenemos frecuencias de palabras, porcentajes de términos únicos y análisis de correspondencias palabras-documentos, como elementos que caractericen los géneros discursivos. El análisis de estas obras indica que, en efecto, podría tratarse de un solo autor. Los resultados obtenidos representan una contribución original de las ciencias exactas (estadística) a los estudios literarios hispanoamericanos.

**Densidades de probabilidad definidas sobre conjuntos estrellados y su aplicación en un problema de clasificación estadística** (CI)  
*Carlos Cuevas Covarrubias, Fassino Claudia, Riccomagno Eva, Villar Patiño Carmen* (ccuevas@anahuac.mx)

Presentamos una nueva propuesta para la construcción de funciones de densidad de probabilidad sobre conjuntos estrellados, cerrados y acotados. Estas densidades se definen con base en conceptos de álgebra computacional numérica. El potencial práctico se ilustra a partir de un ejemplo de clasificación estadística. Los resultados son alentadores y demuestran que esta nueva técnica puede ser muy competitiva.

**Modelo estadístico para predecir la eficiencia terminal del programa educativo en Matemáticas Aplicadas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.** (CI)  
*Juan Morales Delgado, José Antonio Durante Murillo, Sara Mejía Pérez* (jmdnso1@hotmail.com)

Se presenta un modelo estadístico para predecir de la eficiencia terminal del Programa Educativo de Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, perteneciente a la Universidad Autónoma de Tlaxcala. El modelo calcula la probabilidad de que un(a) alumno(a); al finalizar el primer año de estudios, termine sus estudios en 9 periodos académicos, termine sus estudios entre 10 y 12 periodos o, abandone sus estudios. Las variables predictoras son: El número de exámenes no aprobados por el (la) estudiante en el primer periodo académico y, el número de exámenes no aprobados, que el (la) estudiante ha acumulado al finalizar el primer año de estudios. Los exámenes referidos pueden ser del tipo ordinario, extraordinario o título de suficiencia. Para el ajuste y la validación del modelo, se usó la información de seis cohortes generacionales del programa educativo.

**Aplicación del análisis de supervivencia y el análisis de puntos de cambio.** (RI)  
*Jorge Antonio Gil Mota, Bulmaro Juárez Hernández* (antonio.gil.semt@gmail.com)

En el estudio de datos de supervivencia el interés recae en un grupo de individuos para el cual se define un evento puntual denominado falla, este evento ocurre a lo más una vez para cada individuo. De la observación de este grupo, obtenemos el registro del tiempo que tarda cada sujeto en presentar la falla. Cuando el tiempo de falla no se registra debido a la conclusión del periodo de observación, se dirá que el individuo presenta censura. Aun cuando los datos presenten censura, estos proveen información importante acerca del fenómeno de estudio, por lo cual es necesario implementar una metodología que tenga en cuenta este tipo de información. Además, incluso aunque se tenga el registro de todos los tiempos de falla, usualmente el histograma de los datos no es simétrico, lo cual es un indicio de que el modelo normal no es el apropiado para este tipo de estudios. Estas dos dificultades motivan el uso de una metodología específica la cual se conoce como Análisis de Supervivencia. Por otro lado, en la vida surgen muchos cambios y el conocerlos es útil para evitar pérdidas innecesarias y aprovechar transiciones benéficas. En la práctica, el estadístico se enfrenta al problema de detectar si existen puntos de cambio y determinar su ubicación. Este tipo de problemas se encuentran en una gran cantidad de situaciones, por ejemplo, en el análisis de datos genéticos pueden existir variaciones en el número de copias de ADN, estos cambios proveen información valiosa para los investigadores y el identificar estas variaciones requiere establecer un modelo de Puntos de Cambio. En este trabajo se presenta una metodología para la implementación del Análisis de Supervivencia y del Análisis de Puntos de Cambio en datos de injertos renales.

**Estimación de punto de cambio en modelos ARMA: Una aplicación a monitoreo de tendencias en votaciones electorales.** (CI)  
*Diana Barraza Barraza, Héctor Hernán Montes García, Alvaro Eduardo Cordero Franco, Jesús Salazar Ibarra* (diana.barraza@ujed.mx)

El problema de fraude electoral compromete seriamente la legitimidad del ejercicio del poder en un estado democrático como lo es México. Importantes esfuerzos se hacen para construir mecanismos de prevención o vigilancia electoral. El presente trabajo ofrece una nueva herramienta para identificar cambios en las tendencias de los conteos de casillas electorales. Mediante modelos estadísticos describimos la tendencia de la votación sobre un subconjunto de candidatos de interés, basados en resultados sobre una muestra previa de urnas escrutadas. Finalmente, métodos de control estadístico son aplicados para identificar la presencia de un posible punto de cambio en la tendencia de resultados. Los resultados pueden ser usados por las organizaciones electorales para explorar posibles causas asignables de variación en la tendencia en torno a la hora estimada de cambio. Por último se sugieren ampliaciones y mejoras a la metodología propuesta.

**Validación del instrumento de dominios de desarrollo saludable (DODESA), aplicado en adolescentes de la ciudad de Durango. (CI)**  
*Edgar Felipe Lares Bayona, Jaime Salvador Moysen, Yolanda Martínez López (edgarlares@ujed.mx)*

Objetivo: Validar el instrumento de Dominios del Desarrollo Saludable (DODESA), aplicado a una muestra de adolescentes de la ciudad de Durango. Material y Métodos: Estudio de validación y validez externa con análisis factorial exploratorio, anidado en un estudio epidemiológico observacional, descriptivo. El muestreo fue aleatorio simple de un total de 994 individuos que contestaron el DODESA, que explora 8 dominios. Se utilizó estadística descriptiva sobre puntuaciones de la escala de los ítems, los índices de confiabilidad a través del Alfa de Cronbach y un análisis factorial exploratorio. Resultados: Los resultados encontrados fueron una confiabilidad del .799 por Alfa de Cronbach y una correlación media entre los ítems de .126, mínimo  $-.10$ , máximo de .69 con varianza de .013. La evaluación del modelo factorial por KMO fue de .757 y significativa por la esfericidad de Bartlett ( $p < .001$ ). Se encontraron 9 Componentes Principales con rotación varimax y normalización de Kaiser. Ocho componentes principales correspondieron a la descripción metodológica para Desarrollo Saludable. El dominio moral no fue identificado como un factor específico. Se identificó un nuevo dominio, el Neighborhood. Conclusión: Se puede concluir que el DODESA tiene una confiabilidad aceptable con ítems válidos para explorar dicha estructura de investigación psicosocial.

**Diseño instruccional para el aprendizaje de los conceptos básicos de la Estadística. (CDV)**  
*Oscar Treviño Maese (oscartm12@gmail.com)*

El presente modelo instruccional es un aporte para el aprendizaje de la materia de Estadística incorporando principalmente las fases de aprendizaje de Gagné además de la Teoría de Elaboración de Reigeluth; identificando en cada fase las posibles actividades a realizar por parte del docente y los objetivos esperados, buscando cubrir las características que identifica Diaz Barriga para un profesor constructivista y las áreas generales de competencias de docentes identificadas por Cooper para apoyar a la construcción del conocimiento de los alumnos. para abordar los temas estadísticos principales como lo son Población, muestra, las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión

**Carta de control no paramétrica multivariada basada en "Sequential Normal Scores" (CI)**  
*Jessica Ivonne Valdes Montoro, Álvaro Eduardo Cordero Franco, Víctor Gustavo Tercero Gómez (ivonne6861@hotmail.com)*

Las Cartas de Control (CC) son herramientas estadísticas que monitorean la estabilidad de un proceso. La mayoría de las CC se basan en que las observaciones hechas en el proceso con una distribución de probabilidad específica, sin embargo en la práctica es difícil encontrar un modelo paramétrico para la distribución de la población por lo que se hace uso de la estadística no paramétrica. Por otro lado, muchas aplicaciones requieren CC multivariadas en las cuales es más difícil que se cumplan supuestos de normalidad. Por eso la importancia de desarrollar CC multivariadas no paramétricas eficientes. En este trabajo se presenta una carta de control no paramétrica multivariada basada en el estadístico de Sequential Normal Scores (SNS). Además, se presenta un estudio comparativo del desempeño evaluando el promedio de la longitud de corrida (ARL) de distintas cartas de control no paramétricas multivariadas bajo diferentes escenarios validando la eficiencia de la CC basada en SNS. Los resultados pueden ser usados como una guía para seleccionar la CC que más se adecua en ciertas instancias.

**Un modelo multinivel para las curvas de rotación galácticas basado en la teoría de MOND. (RT)**  
*Carolina González González, Lilia Leticia Ramírez Ramírez, Elizabeth Martínez Gómez (carolina.gonzalez@cimat.mx)*

Una curva de rotación (o de velocidad) galáctica es la velocidad de rotación de las estrellas observables -o del gas contenido en esa galaxia- como función de su distancia radial al centro galáctico. Generalmente se le representa con un diagrama de dispersión entre la velocidad orbital de las estrellas y/o del gas que forma a la galaxia (en km/s) contra la distancia medida al centro de la galaxia (en kpc). A partir de la información espectrofotométrica obtenida para cada galaxia y que está representada por el conjunto de datos de la forma  $D = \{(R_i, V_i) : i = 1, \dots, N\}$ , donde  $V_i$  denota la velocidad total (contribución de las estrellas y el gas) de la galaxia medida a la distancia  $R_i$ , se busca el modelo astrofísico que mejor describa la dinámica de esta galaxia. Una característica general de las curvas de rotación galácticas que han sido observadas, es que la velocidad total de rotación tiende a permanecer constante -independientemente de la distancia al centro de la galaxia-. Esto contradice lo predicho por las leyes de Kepler y la teoría de Newton en donde la velocidad de rotación debería disminuir conforme se tiene mayor distancia al centro. A esto último se le conoce como el problema de la rotación galáctica y constituye uno de los retos de la cosmología moderna. Actualmente existen dos teorías para poder explicar esta discrepancia observacional: materia oscura propuesta por vez primera en 1930 por Oort y MOND (MODified Newtonian Dynamics) desarrollada por Milgrom en 1981. En este trabajo se analizará la teoría de MOND a través de un modelo multinivel que introduzca variables exógenas (covariables) que expliquen la diferencia en el ajuste que se obtiene con esta teoría, a las velocidades observadas.

**Modelo de regresión ordinal bayesiano para estudiar el desempeño en matemáticas de estudiantes de bachillerato en Guerrero.** (RI)  
*Elizabeth Solís Alonso, Ramón Reyes Carreto, Flaviano Godínez Jaimes, María Guzmán Martínez (ely.solis.a@gmail.com)*

ENLACE Media Superior es una prueba estandarizada utilizada por la Secretaría de Educación Pública para medir conocimientos y habilidades de estudiantes del Nivel Medio Superior en México. La prueba toma como referencia los programas de estudios oficiales y consta de 110 reactivos que generan información diagnóstica del último año de bachillerato en los campos disciplinares de Matemáticas y Comunicación. La variable con que se mide el desempeño es de tipo ordinal y se divide en cuatro categorías Insuficiente, Elemental, Bueno y Excelente. En este trabajo se modela la relación entre el desempeño en matemáticas de estudiantes de bachillerato en Guerrero y algunas variables contextuales, seleccionadas en un trabajo previo, que la explican y que son tomadas del Cuestionario de Contexto de la prueba ENLACE. Se usa un modelo de regresión ordinal probit bajo el enfoque bayesiano con aprioris no informativas.

**Modelos de ecuaciones estructurales bayesianos para variables ordinales.** (RT)  
*Dannier Rafael Milanes Cabrera, Flaviano Godínez Jaimes, María Guzmán Martínez, Ramón Reyes Carreto (dannier85@gmail.com)*

Los modelos de ecuaciones estructurales permiten modelar la relación entre variables latentes que son medidas mediante un conjunto de variables observadas. La estimación de los parámetros, bajo la estadística clásica, se realiza a partir de la matriz de varianzas y covarianzas o a partir de la matriz de correlaciones. Lo anterior implica que las variables observadas deben ser de tipo cuantitativo. Cuando las variables observadas son de tipo ordinal, la matriz de correlaciones se puede sustituir por la matriz de correlaciones policóricas. Hay trabajos (Xin-Yuan Song, Sik-Yum Lee, 2012) y software (R, blavaan) que usan el enfoque bayesiano en la estimación de los parámetros del modelo de ecuaciones estructurales. Este enfoque se ha implementado exitosamente cuando las variables observadas son cuantitativas considerando aprioris no informativas (normales multivariada y Whishart). Pero poco se ha hecho cuando las variables observadas son ordinales. En este trabajo se presenta un estado del arte de estimación bayesiana para los modelos de ecuaciones estructurales con variables observadas ordinales. Palabras claves: Técnicas multivariantes, ecuaciones estructurales, estimación bayesiana.

**Un análisis de la deserción en la FCFM-BUAP mediante el análisis de supervivencia** (CI)  
*Blanca Xochilt Muñoz Vargas, Bulmaro Juárez Hernández, Lucía Cervantes Gómez (b.xochilt.munoz@gmail.com)*

El análisis de supervivencia centra el interés en un grupo o grupos de individuos para cada uno de los cuales se define un evento específico, frecuentemente llamado falla, que ocurre después de un periodo de tiempo llamado el tiempo de falla. Las aplicaciones de la metodología de la distribución del tiempo de falla van desde investigaciones de la durabilidad de artículos manufacturados hasta estudios de enfermedades humanas y sus tratamientos. En este trabajo se aplica esta metodología al análisis del problema de deserción escolar universitaria en las carreras de Actuarial (LA), Matemáticas (LM) y Matemáticas Aplicadas (LMA) impartidas en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FCFM-BUAP). En la FCFM desde el 2006 hasta el 2013 el porcentaje de deserción en el primer año de la LM y la LMA ha variado entre el 26% y el 57%, mientras que en la LA, la deserción ha variado entre el 13% y el 25%. Los altos porcentajes de deserción en el primer año de estas carreras y el hecho de que la deserción también se da en el periodo posterior al primer año, han motivado diversos estudios acerca de este tema. En este trabajo se analiza la deserción de los alumnos de la FCFM-BUAP utilizando modelos del Análisis de Supervivencia con el objetivo de comparar la deserción en las diferentes carreras impartidas en la FCFM e identificar las variables indicadoras de mayor riesgo para poder tomar medidas de prevención que favorezcan una mejor eficiencia terminal en la LA, LM y LMA.



Física Matemática

Coordinador: Carlos Villegas Blas

Lugar: Yelizcalli “105”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>Stephen Bruce Sontz</b>	<b>Nils Ackermann</b>	<b>Miguel Ballesteros</b>
9:30–10:00					
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	<b>Andrés Pedroza</b>	Ma. Luisa Mendoza	Alma Edith López	Arelis Serrato M.
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Héctor M. Garduño	Josafath A. Otero	Sergio A. Holguín
11:00–11:30			<b>RECESO</b>		
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Eduardo Velasco B.	Mississippi Valenzuela	Anel Esquivel N.	Antonio Hernández
12:00–12:30	<b>Ricardo A. Weder</b>	Hernán Cortez E.	Alfredo Reyes V.	Ociel A. Morales	Jorge Chávez C.
12:30–13:00		Pedro Pablo Ortega	Angie Damián Mojica	Cutberto Romero	Jesús Mariano M.
13:00–13:30	Leticia Olivera R.	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Miguel Ángel Díaz				
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	José G. Amaro				
17:30–18:00	Víctor Barrera F.	José Crispín Ruíz	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Abdon E. Choque	Misael Avendaño			
18:30–19:00	Vladimir Rabinovitch	Luis Franco Pérez			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

**Teoría espectral y de dispersión para operadores de Schroedinger matriciales. (CI)**

Ricardo Alberto Weder Zaninovich (weder@unam.mx)

En esta ponencia consideraré operadores de Schroedinger matriciales en el semi eje con condiciones generales a la frontera. Presentaré resultados en los mapeos de Fourier generalizados, en la existencia y la completitud de los operadores de onda, en el teorema de Levinson, en la función de corrimiento espectral de Krein, en fórmulas de traza del tipo Buslaev Faddeev, en el número de autovalores, en la continuidad de la matriz de dispersión y de la matriz de Jost. También presentaré una solución completa del problema inverso de dispersión: unicidad, reconstrucción y caracterización de los datos de dispersión mediante una teoría de Marchenko. Los operadores de Schroedinger matriciales tienen múltiples aplicaciones: en grafos cuánticos, en alambres cuánticos, en computación cuántica y en nanotecnología, por ejemplo. Estos resultados fueron obtenidos en colaboración con Tuncay Aktosun (University of Texas at Arlington) y Martin Klaus (Virginia Polytechnic Institute).

**Método matricial para el cálculo del espectro discreto de operadores de Schrödinger con interacciones puntuales. (CI)**

Leticia Olivera Ramírez, Vladimir S. Rabinovich, Víctor Barrera-Figueroa (leticia032olivera@gmail.com)

Consideremos el problema espectral para los operadores unidimensionales de Schrödinger

$$-\frac{d^2}{dx^2}u(x) = \lambda u(x), \quad x \in \mathbb{R} \setminus \{h_0, h_1, \dots, h_N\}, \tag{3}$$

donde las condiciones de interacción de las partículas en los puntos  $h_i$  escritas en forma matricial son

$$\begin{pmatrix} u(h_i^+) \\ u'(h_i^+) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_{11}^{(i)} & \alpha_{12}^{(i)} \\ \alpha_{21}^{(i)} & \alpha_{22}^{(i)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u(h_i^-) \\ u'(h_i^-) \end{pmatrix},$$

donde  $\varphi(h^-) := \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \varphi(h - \epsilon)$ ,  $\varphi(h^+) := \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \varphi(h + \epsilon)$  y  $\alpha_{jk}^{(i)} \in \mathbb{C}$ . Este problema es una generalización del problema espectral para los operadores unidimensionales de Schrödinger

$$Su(x) = -\frac{d^2u(x)}{dx^2} + V(x)u(x),$$

con potenciales tipo  $\delta$  representados por  $V(x) = \sum_{j=1}^N \alpha_j \delta(x - h_j)$ , o potenciales tipo  $\delta'$  expresados por  $V(x) = \sum_{j=1}^N \beta_j \delta'(x - h_j)$ , que puede representarse como un problema espectral (3) con las matrices  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\alpha & 1 \end{pmatrix}$ ,  $\begin{pmatrix} 1 & \beta \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ , respectivamente. En esta charla se presenta el método matricial recursivo propuesto para el cálculo del espectro discreto del operador de Schrödinger (3).

#### Cálculo de los coeficientes de reflexión y transmisión ante interacciones puntuales. (CI)

Miguel Ángel Díaz Cigales, Víctor Barrera-Figueroa, Vladimir Rabinovich (migueldcigales@outlook.com)

Consideremos el operador de Schrödinger unidimensional

$$S_\kappa u(x) = -\frac{d^2 u(x)}{dx^2} + k^2 u(x), \quad x \in \mathbb{R} \setminus \{h_1, h_2, \dots, h_N\}, k^2 < 0,$$

donde  $k = i\kappa$ ,  $\kappa > 0$ , con condiciones matriciales que representan interacciones puntuales en los puntos  $h_1, h_N$  es de la forma

$$u(x) = a(\kappa) e^{i\kappa x} + b(\kappa) e^{-i\kappa x},$$

donde  $a(\kappa)$  y  $b(\kappa)$  tienen el sentido físico de ser la amplitud de la onda incidente proveniente de la derecha, y la amplitud de la onda reflejada respectivamente. Nuestro objetivo principal es el cálculo de los coeficientes  $a(\kappa)$  y  $b(\kappa)$  a partir del método matricial que surge de considerar las interacciones puntuales. Este método junto con el método de series de potencias del parámetro espectral (el método SPPS [1] por sus siglas en inglés) permiten obtener un algoritmo numérico efectivo para el cálculo de los coeficientes  $a(\kappa)$  y  $b(\kappa)$  para los operadores de Schrödinger

$$H_q u(x) = -\frac{d^2 u(x)}{dx^2} + q(x) u(x), \quad x \in \mathbb{R} \setminus \{h_1, h_2, \dots, h_N\}, k > 0,$$

donde  $q(x) = V(x) + k^2$  siendo  $V$  un potencial suave.

**Bibliografía:** [1] Kravchenko, V. V.; Porter, R. M. *Spectral parameter power series for Sturm-Liouville problems*. Math. Method Appl. Sci. **33** (2010), 459–468.

#### Resonancia y su caracterización dinámica. (CI)

Claudio Alonso Fernández Jaña, J. Asch, M.A. Astaburuaga, O. Bourget, V. Corés, R. Del Río (cfernand@mat.uc.cl)

La formulación más conocida del fenómeno de resonancia en Mecánica Cuántica es aquella que las caracteriza como polos de una cierta continuación analítica de la resolvente. Así, las resonancias son algo así como valores propios generalizados y complejos de un cierto operador autoadjunto. Aquí, presentaremos una serie de resultados sobre la caracterización de este fenómeno, en términos de un comportamiento dinámico casi exponencial. además de resultados abstractos, mostraremos modelos concretos, como operadores de Sturm Liouville y problemas con barreras de potencial. Además, presentaremos estimaciones explícitas para cantidades físicamente relevantes (como el tiempo de vida y el ancho de energía).

#### Eigen-estados de Gamow-Siegert sometidos a interacciones tipo delta de Dirac. (CI)

Víctor Barrera Figueroa (victorbarreraf@hotmail.com)

Consideremos el operador de Schrödinger libre de unidades

$$\mathcal{H} = -\frac{d^2}{dx^2} + V(x), \quad x \in \mathbb{R} \setminus \{x_1, x_2, \dots, x_N\},$$

con la función potencial  $V$  definida en términos de distribuciones de Dirac como

$$V(x) = -\sum_{n=1}^N \alpha_n \delta(x - x_n), \quad \alpha_n \in \mathbb{R},$$

donde  $x_n$  ( $n = 1, 2, \dots, N$ ) son puntos de discontinuidad en los cuales se establecen las condiciones en la frontera

$$\begin{aligned} u(x_n^-) - u(x_n^+) &= 0, \\ u'(x_n^-) - u'(x_n^+) &= \alpha_n u(x_n). \end{aligned}$$

Consideremos el problema espectral

$$\mathcal{H}\psi = E\psi$$



donde  $E$  toma el papel de la energía de una partícula cuántica. Si  $E > 0$ , la función  $\psi$  representa los estados de dispersión de la partícula sometida al potencial  $V$ . Un problema más interesante aún consiste en considerar que  $E \in \mathbb{C}$  y que  $\psi$  satisface las condiciones de onda puramente salientes en el infinito

$$\begin{aligned}\lim_{x \rightarrow -\infty} (\psi'(x) + i\kappa\psi(x)) &= 0, \\ \lim_{x \rightarrow +\infty} (\psi'(x) - i\kappa\psi(x)) &= 0,\end{aligned}$$

donde  $\kappa$  representa una rama apropiada de  $\sqrt{E}$ . En esta charla se aborda el análisis de los eigen-estados de Gamow-Siegert y una representación explícita de la ecuación característica que define las energías de resonancia de este sistema cuántico.

#### Soluciones explícitas de la ecuación Korteweg-de Vries. (CI)

*Abdon E. Choque Rivero* (abdon.ifm@gmail.com)

Consideramos el problema del valor inicial de la ecuación de Korteweg-de Vries (KdV) en el primer cuadrante del plano

$$(x, t)u_t - 6uu_x + u_{xxx} = 0, u(x, 0) = u_0(x). \quad (4)$$

Mediante un método matricial que acoge la información de los estados ligados de la ecuación de KdV se darán soluciones explícitas de (4) en términos de funciones elementales. Se discutirán sobre los problemas directo e inverso de dispersión de la ecuación estacionaria de Schroedinger asociada a (4).

#### Essential spectrum of Schrödinger operators with delta-type interactions on systems of unbounded hypersurfaces. (CI)

*Vladimir Rabinovitch Likhtman* (vladimir.rabinovich@gmail.com)

We consider the essential spectrum of Schrödinger operators with singular delta type potentials with supports on a system of unbounded hypersurfaces. This operator is realized as unbounded operator associated with transmission conditions on hypersurfaces. Applying the limit operators method we obtain an explicit description of the essential spectra of the operators under consideration depending on a behavior of the strength coefficients and hypersurfaces at infinity.

#### Simetría de espejo: una introducción. (CDV)

*Andrés Pedroza* (andres\_pedroza@ucol.mx)

En esta plática se presentará una breve introducción a la conjetura de simetría de espejo. Presentaremos los elementos básicos de geometría enumerativa, los invariantes de Gromov-Witten, que son fundamentales en esta teoría y lo que representan en su contraparte de la física.

#### El método de acoplamiento para estructuras de Dirac con twist. (RI)

*Eduardo Velasco Barreras* (lalovelascobar@gmail.com)

Las estructuras de Dirac surgen de manera natural en el estudio de sistemas Hamiltonianos con restricciones cuyo espacio fase es una variedad de Poisson. Una herramienta importante y bien conocida en el estudio de variedades de Poisson y Dirac es el método de acoplamiento, el cual permite describir su geometría a nivel semilocal, es decir, alrededor de cada hoja de la foliación inducida por estas estructuras. En esta plática, presentaremos una generalización del método de acoplamiento a "estructuras de Dirac con twist". Éstas surgen en el estudio de los modelos sigma de Poisson, donde la geometría global se ve afectada por la presencia de una 3-forma cerrada. Veremos que el método de acoplamiento también permite describir estas estructuras a nivel semilocal, exhibiéndose claramente la manera en que la 3-forma afecta a las ecuaciones de estructura que brinda este método. Finalmente, plantearemos algunos problemas abiertos que ya han sido resueltos para los casos de Poisson y Dirac usuales.

#### Transformaciones de norma y conjetura de Dirac. (RT)

*Hernán Cortez Espinoza, Velázquez Quesada Mercedes Paulina* (201025700hce@gmail.com)

La Conjetura de Dirac supone que todas las constricciones de primera clase obtenidas a lo largo del análisis Hamiltoniano de una teoría singular generan transformaciones de norma. Esto es, que las transformaciones generadas por las constricciones de primera clase de una teoría no modifican el estado físico del sistema. Sin embargo en la literatura se pueden encontrar sistemas sobre los cuales se afirma que no satisfacen dicha conjetura. Usando el hecho de que las transformaciones de norma también pueden obtenerse a partir del formalismo Lagrangiano, en este trabajo hacemos una revisión de algunos de estos contraejemplos a la Conjetura de Dirac obteniendo sus transformaciones de norma tanto desde el formalismo Lagrangiano, como desde el Hamiltoniano.

**Centro de masas en espacios curvados. (CI)***Pedro Pablo Ortega Palencia, J. Guadalupe Reyes Victoria (portegap@unicartagena.edu.co)*

El Centro de Masas es un concepto de gran importancia por sus propiedades físicas y geométricas. Su definición en espacios euclidianos (curvatura gaussiana cero) es elemental, debido a la estructura lineal que subyace en los mismos. Sin embargo, extender este concepto a espacios más generales, de tal manera que se preserven sus principales propiedades, no es una tarea trivial. En la presente plática se muestra que a partir de la ley de la palanca euclidiana (o más bien arquimediana) es posible obtener fórmulas para calcular centros de masas de un sistema finito de partículas de masas positivas que se encuentran sobre una superficie de curvatura gaussiana constante positiva (centro de masa esférico) ó, curvatura gaussiana constante negativa (centro de masas hiperbólico), de tal manera que las fórmulas obtenidas extienden el caso euclidiano plano. Grupo de Ecuaciones Diferenciales Departamento de Matemáticas. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

**Órbitas estables en sistemas inestables: el caso del oscilador de Pais-Uhlenbeck. (CI)***José Antonio Vallejo Rodríguez, Misael Avendaño Camacho, Yury Vorobiev (josanv@gmail.com)*

Existen sistemas para los cuales es un resultado del folklore físico-matemático que no existen movimientos estables, de acuerdo con razonamientos muy generales acerca de la energía del sistema. Uno de ellos es el llamado oscilador de Pais-Uhlenbeck, cuya versión cuántica conduce a un operador de energía no acotado inferiormente. Sin embargo, frecuentemente estos sistemas poseen otras características que los hacen muy atractivos desde un punto de vista físico, en nuestro caso conducen a teorías renormalizables. Por eso se intenta "salvarlos" tratando de probar que, a pesar de todo, tales sistemas admiten movimientos estables. La técnica más usada para esto es el análisis numérico, pero en la plática veremos cómo usar ideas clásicas acerca de la teoría de perturbaciones y formas normales de Lie para probar la existencia de órbitas cerradas estables en el oscilador de Pais-Uhlenbeck.

**Reducibilidad de sistemas hamiltonianos periódicos no-lineales con simetrías. (RI)***José Crispín Ruiz Pantaleón, Rubén Flores, Misael Avendaño Camacho (jc\_panta19@hotmail.com)*

La exposición se centra en el estudio de la reducibilidad de sistemas Hamiltonianos no-lineales  $2 * \pi$ -periódicos con simetrías aplicando una extensión de la teoría de Floquet a sistemas de Lie en un grupo de Lie. Se presentan integrales primeras para tales tipos de sistemas y algunas aplicaciones para sistemas periódicos en variedades de Poisson y en fibrados simplécticos.

**Correcciones de orden superior de invariantes adiabáticos para sistemas hamiltonianos con variables lentas y rápidas. (RI)***Misael Avendaño Camacho, Yura Vorobiev, José Antonio Vallejo Rodríguez (misaelave@gmail.com)*

Existen diversos ejemplos de sistemas Hamiltonianos en los que es posible apreciar dos tipos de movimientos, un movimiento rápido y un movimiento lento. Esta clase de sistemas son llamados sistemas Hamiltonianos con variables lentas y rápidas. La teoría de perturbaciones adiabáticas es una herramienta matemática que permite construir invariantes adiabáticos para ésta clase de sistemas, los cuales son integrales primeras aproximadas ó cantidades que varían muy poco en intervalos de tiempo considerablemente grandes. Los invariantes adiabáticos son cantidades dinámicas muy importantes. Por ejemplo, si un sistema tiene suficientes integrales primeras aproximadas, entonces el sistema se considera "cercano" a un sistema Hamiltoniano regular en un intervalo de tiempo considerablemente grande. En ésta plática revisaremos la formulación matemática de los sistemas Hamiltonianos con variables lentas y rápidas, así como algunos ejemplos de sistemas que admiten ésta formulación. Luego, mencionaremos el resultado clásico en el que se establecen las condiciones bajo las cuales es posible garantizar la existencia de invariantes adiabáticos para sistemas Hamiltonianos con variables lentas y rápidas. Este resultado, se basa fuertemente en la existencia de coordenadas (parametrizadas) acción-ángulo, en el que la existencia del invariante adiabático es una consecuencia directa del método de promedios. Nuestro propósito es mostrar condiciones más generales bajo las cuales aun podemos garantizar la construcción de invariantes adiabáticos de cualquier orden en los que no es necesario asumir la existencia de coordenadas acción-ángulo.

**Configuraciones centrales poligonales semiregulares de 6 cuerpos: Bifurcaciones. (CI)***Luis Franco Pérez (lfranco@correo.cua.uam.mx)*

Dentro del problema de los  $n$  cuerpos, objeto de estudio, de la Mecánica Celeste, se encuentra la determinación de las configuraciones centrales. La importancia de estas son varias, pero basta con mencionar que dan lugar a las muy pocas soluciones explícitas que se conocen para  $n > 2$ . En 1998, S. Smale estableció la pregunta: ¿cuántas configuraciones centrales hay en el problema de  $n$  cuerpos, dados cualesquiera valores de las masas? dentro de una lista de problemas a resolver durante el siglo XXI, tal como lo hiciera en su momento Hilbert en el siglo XX. En esta dirección, el trabajo que se presenta en esta plática versa sobre el problema de 6 cuerpos y las configuraciones centrales de tipo poligonal regular y semiregular. Veremos que, en un sistema baricéntrico, si las masas de los cuerpos son todas iguales y que si los ángulos que determinan la posición de los cuerpos respecto del origen son iguales, esto da lugar a que la configuración central es única y es de tipo polígono regular para  $n < 6$ , pero justo para  $n = 6$  hay más de una. Veremos cómo este resultado da lugar a una bifurcación.

**Operadores de co-Toeplitz y su cuantización. (CI)**

*Stephen Bruce Sontz (sontz@cimat.mx)*

Se trata de un nuevo tipo de operadores que son duales a los operadores de Toeplitz. También vamos a ver la cuantización correspondiente.

**Propiedades analíticas de las soluciones a la ecuación de Klein-Gordon en el contexto  $p$ -ádico. (RT)**

*María Luisa Mendoza Martínez (marialuisa393@gmail.com)*

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 Dr. Zuñiga-Galindo introdujo una ecuación de tipo Klein-Gordon sobre campos  $p$ -ádicos y mostró que tiene un comportamiento similar a las ecuaciones de Klein-Gordon clásicas. El objetivo de la plática es mostrar la cuantización de las soluciones de las ecuaciones de Klein-Gordon  $p$ -ádicas utilizando técnicas clásicas. Así como mostrar propiedades analíticas de las soluciones a la ecuación de Klein Gordon en el contexto  $p$ -ádico.

**Formas fundamentales del cálculo estocástico cuántico con Bochner-Integración. (CI)**

*Héctor Manuel Garduño Castañeda (hmgc.math@hotmail.com)*

Clásicamente, la manera en que se construyen los operadores de Creación y Aniquilación junto con la Integración Estocástica Cuántica involucra fuertemente el uso de vectores exponenciales en un espacio de Fock y la Propiedad Exponencial de los mismos. Lo anterior se conduce en un camino de tecnicismos pasando por la Teoría de Operadores para operadores no acotados y el Teorema de Stone acerca de generadores infinitesimales, además de los conceptos de martingalas cuánticas y procesos adaptados. Ver [2] En esta charla presentaremos la construcción de Creación y Aniquilación usando una técnica desarrollada por L. Accardi en [1] mediante la formulación de densidades análogas a las densidades de las variables aleatorias clásicas y mostraremos la ventaja que tiene este método al ser más directo para obtener los mismos resultados de la teoría inicialmente planteada por R. Hudson y K.R. Parthasarathy en [3], concluyendo con las Formas Fundamentales del Cálculo Cuántico obtenidas a través de propiedades heredadas por la Integral de Bochner.

**Bibliografía:** [1] L. Accardi, Y. Gang Lu, I.V. Volovich. A White-Noise approach to Stochastic Calculus, Acta Applicandae Mathematicae **63**, 3–25, Springer (2000). [2] H.M. Garduño Castañeda, Relaciones Canónicas de Conmutación en el Cálculo Estocástico Cuántico, Matemáticas y sus Aplicaciones, Vol 4, Universidad Autónoma de Puebla (2014). [3] R.L. Hudson, K.R. Parthasarathy. Quantum Ito's formula and stochastic evolution. Commun. Math. Phys. **93**, 301-323 (1984).

**Clasificación algebraica de los modelos de Bianchi. (CI)**

*Mississippi Valenzuela Durán (genesis2017@hotmail.com)*

Últimamente los datos de la Radiación Cósmica de Fondo (CMB) han dado como resultado anomalías o desviaciones con respecto al modelo estándar de la Cosmología, lo cual ha llevado a varios cosmólogos a considerar modelos alternativos al modelo estándar (homogéneo e isotrópico), como los modelos de Bianchi, los cuales son homogéneos pero anisotrópicos. Basándonos en estas motivaciones para considerar modelos alternativos, proponemos estudiar, en el presente trabajo, la clasificación algebraica de los modelos de Bianchi y cada uno de los espacio-tiempo de Bianchi, aplicando el formalismo ADM de relatividad general en su versión Hamiltoniana y la teoría de grupos.

**Los teoremas de Feller-Miyadera-Phillips y Hille-Yosida para semigrupos positivos. (CDV)**

*Alfredo Reyes Vazquez, Roberto Quezada Batalla (arvcu2003@hotmail.com)*

En este trabajo estudiamos los espacios de Banach ordenados, establecemos el concepto de semigrupo positivo y presentamos los teoremas de Feller- Miyadera-Phillips y Hille-Yosida que caracterizan a los generadores infinitesimales de semigrupos positivos usando el concepto de operador disipativo con respecto a una media-norma.

**Sobre la relación entre las leyes de Kepler y la ley de Gravitación Universal. (CI)**

*Angie Damián Mojica, José Hernández Santiago (big\_angie@hotmail.com)*

El objetivo básico del presente trabajo es establecer, a partir de las tres leyes de Kepler sobre el movimiento de los planetas alrededor del Sol y de las leyes del movimiento de Newton, la célebre ley física conocida como Ley de Gravitación Universal. En su movimiento alrededor del Sol, cada planeta es atraído por una fuerza dirigida siempre hacia el centro de dicho astro, la cual es directamente proporcional a la masa del planeta e inversamente proporcional al cuadrado de su distancia al Sol. En el trabajo se abordará también la implicación recíproca: esto es, se demostrará que si un planeta, en su movimiento en torno al Sol, describe una órbita acotada

y se acelera de manera inversamente proporcional al cuadrado de su distancia al Sol, entonces dicha órbita satisface las leyes de Kepler. Este resultado es notable incluso desde el punto de vista histórico pues, al proporcionar una manera de justificar las leyes del movimiento planetario postuladas por Kepler, brindó un primer indicio de la potencia de la teoría Gravitacional de Newton.

**Existencia y inestabilidad de ondas estacionarias normalizadas de tipo múltiplo en la ecuación de Schrödinger no lineal.** (CI)  
Nils Ackermann, Tobias Weth (nils@ackermath.info)

Para la ecuación estacionaria de Schrödinger  $-\Delta u + V(x)u - f(u) = \lambda u$  con potencial periódico  $V$  estudiamos la existencia de soluciones de tipo múltiplo con norma  $L^2$  prescrita. Para ello introducimos un nuevo concepto de solución completamente no degenerada y desarrollamos técnicas de superposición no lineal que son distintas a las que se usan en el problema libre, es decir, no restringido a una esfera en  $L^2$ . Además, calculamos el índice de Morse de una solución de tipo múltiplo con respecto a la restricción del funcional de energía a la esfera en  $L^2$  correspondiente y mostramos su inestabilidad con respecto al flujo de Schrödinger. Nuestros resultados aplican en los dos casos, crecimiento de  $f$   $L^2$ -subcrítico y  $L^2$ -supercrítico.

**Propagación relativista del calor.** (RT)  
Alma Edith López Rentería, José Antonio Vallejo Rodríguez (alma\_022@hotmail.es)

La ecuación para la propagación del calor propuesta por Fourier en el siglo XIX presenta un grave inconveniente: de acuerdo con ella la velocidad de difusión del calor es infinita. En la literatura hay dos propuestas diferentes para solventar este problema. Nosotros centraremos la atención en una de ellas, debida a Maxwell y Cattaneo, en la que se modifica el carácter de la ecuación pasando a ser de tipo hiperbólico. La consecuencia inmediata de esto es la aparición de una estructura causal mediante "conos de calor", con la ventaja añadida de que también hay compatibilidad con la monotonía de la entropía. Expondremos las características matemáticas más relevantes de esta teoría.

**Una representación analítica de la solución al problema de Cauchy para ecuaciones diferenciales parciales parabólicas con coeficientes variables.** (RT)  
Josafath Alfredo Otero Jiménez, Vladislav V. Kravchenko, Sergii M. Torba (josafath@math.cinvestav.edu.mx)

Se muestra una nueva representación de la solución al problema de Cauchy para la ecuación

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - q(x)u(x, t) = \frac{\partial u}{\partial t}(x, t) \quad (5)$$

obtenida en forma de serie cuyos coeficientes se obtienen mediante una integración recursiva simple. El potencial  $q$  es una función complejo valuada continuamente diferenciable que satisface

$$\int_{-\infty}^{\infty} (1 + |x|)|q(x)|dx < \infty.$$

La representación es construida con la ayuda de los operadores de transmutación relacionando (5) con la ecuación de calor. Para un potencial como  $q$  es bien conocido (véase [2]) que existe una función  $K(x, s)$  definida en un dominio  $0 \leq |s| \leq \infty$  continuamente diferenciable con respecto a ambos argumentos tal que la igualdad

$$ATv = BTv$$

es válida para toda función  $v(x) \in C(\mathbb{R})$  donde  $A = \partial_x^2 - q$ ,  $B = \partial_x^2$  y  $T$  tiene la forma de un operador integral de Volterra de segundo tipo

$$Tv(x) := v(x) + \int_{-x}^x K(x, s)v(s)ds.$$

El núcleo de transmutación  $K$  satisface un problema de Goursat y en general es desconocido restringiendo la aplicación de los operadores de transmutación. Recientemente en [1] se descubrió una representación del núcleo en términos de una serie de Neumann de funciones de Bessel expandiendo la implementación de las técnicas de transmutación. Basados en dicha representación y en el comportamiento uniforme del núcleo en la recta (véase [2]) se construye la solución  $u(x, t)$  como la imagen bajo  $T$  de la solución de un problema de Cauchy para la ecuación de calor. El resultado es una serie en términos de integrales que involucran a los polinomios de Legendre y la función exponencial, las cuales pueden ser calculadas de manera recursiva. Las fórmulas obtenidas de la representación son atractivas para la implementación numérica.

**Bibliografía:** [1] V. V. Kravchenko, L. J. Navarro, S. M. Torba, *Representation of solutions to the one-dimensional Schrödinger equation in terms of the Neumann series of Bessel functions*. arXiv preprint arXiv:1508.02738, 2015. [2] V. A. Marchenko, *Some questions of the theory of onedimensional linear differential operators of the second order. I*, Tr. Mosk. Mat. Obs., 1952, Volume 1, 327—420.

**Solución de Sommerfeld como una amplitud límite. (RI)**

Anel Esquivel Navarrete, Anatoli Merzon, José Eligio de la Paz Méndez, Tanya J. Villalba Vega (aneliwis@yahoo.com)

En este trabajo, consideramos el problema clásico de difracción de Sommerfeld de una onda plana

$$A_{in}(\rho, \varphi) = e^{-ik\rho \cos(\varphi - \alpha)}$$

por un semiplano. El objetivo de esta charla es el de justificar la solución de Sommerfeld a través de la teoría de dispersión no estacionaria de ondas planas con condiciones de frontera desarrollada en trabajos previos como [1], [2], [3], [4]. De hecho probaremos que la solución de Sommerfeld es la amplitud límite de la amplitud de un problema no estacionario cuando  $t \rightarrow +\infty$ . Mostraremos los principales pasos de la construcción de la solución del problema.

**Bibliografía:** [1] Esquivel, A., Merzon, A. E. *Nonstationary scattering DN-problem of a plane wave by a wedge*, Days on Diffraction, Proceedings of the International Conference 2006. 187–196 . St. Petersburg, Russia. [2] Esquivel, A., Merzon, A. E. *An explicit formula for the nonstationary diffracted wave scattered on a NN-wedge*, Acta Applicandae Mathematicae **131**, (1) June 2014. ISSN 0167-8019. [3] Komech, A. I., Mauser, N. J., Merzon, A. E. *On Sommerfeld representation and uniqueness in scattering by wedges*, Math. Method. Appl. Sci. **28**, 147–183 (2005) Komech, A. I., Merzon, A. E. *Limiting Amplitude Principle in the Scattering by Wedges*, Math. Method. Appl. Sci. **29**, 1147–1185 (2006).

**Control de la ecuación de Schrödinger en el diseño óptimo de dispositivos electrónicos cuánticos. (RT)**

Ociel Armando Morales García, José Antonio Vallejo Rodríguez, Francisco Periago Esparza (ociel\_5@hotmail.com)

Se considera el problema de hacer un diseño óptimo de un potencial cuántico para un dispositivo nanoelectrónico para obtener una relación deseada entre el coeficiente de transmisión del sistema y un voltaje bias aplicado. En primera instancia se calcula el coeficiente de transmisión, usando el método Wentzel-Kramers-Brillouin (WKB), con el cual se obtiene una expresión explícita del gradiente de la función objetivo. En segunda parte se considera incertidumbre de fabricación incorporando variables aleatorias, así el problema del diseño óptimo se trata en términos probabilísticos. Como una prueba de solidez del método se considera el valor esperado y la varianza de un ajuste por mínimos cuadrados. Se muestran varios experimentos numéricos ilustrando el propósito y resaltando las diferencias que ocurren al considerar gradiente numérico o gradiente exacto en la optimización, además de la inclusión de incertidumbre en el modelo matemático.

**Control óptimo en sistemas cuánticos de dos niveles. Un enfoque numérico. (CI)**

Cutberto Romero Meléndez, Leopoldo González Santos (cutberto@correo.azc.uam.mx)

El objetivo de este trabajo es aplicar algunos de los métodos geométricos de la Teoría de Control Óptimo al campo de la espectroscopía por Resonancia Magnética Nuclear, concretamente al problema de la determinación del tiempo mínimo requerido para producir un evolución unitaria en el proceso de la transferencia de coherencia en spines nucleares acoplados en experimentos de RMN y eventualmente en el diseño, en número y tiempo de duración, de secuencias de pulsos de radio frecuencia. El enfoque que se le dará a este problema será el del formalismo de la Teoría de Control Geométrico, utilizando el Principio del Máximo de Pontryagin sobre grupos de Lie. Controlar el operador unitario  $X(t)$  se traduce en controlar la evolución del estado  $\psi(t)$ . Las transformaciones unitarias  $X(t)$  se utilizan para dirigir la transferencia de coherencia en spines nucleares acoplados en experimentos de RMN. Estas transformaciones unitarias generan secuencias de pulsos de radio frecuencia que deberán ser lo más cortos posible, para que se minimicen los efectos de la relajación que se traducen en des-coherencia. Esto lleva al problema de minimizar el tiempo necesario para que se produzca una transformación unitaria en un sistema cuántico. Desde el punto de vista de la Teoría de Control la minimización en el tiempo de una secuencia de pulsos en RMN puede traducirse en el problema geométrico de la minimización de longitudes de trayectorias (geodésicas) en espacios homogéneos. Se diseña un nuevo algoritmo, inspirado en los algoritmos de Rabitz y Krotov, para la solución del problema en forma numérica, se aplica al problema dado y se prueba su convergencia monótona. Finalmente se compara su eficacia con la solución analítica del problema. Se calcula el control óptimo para efectuar una evolución unitaria del spin del estado  $\frac{1}{2}$  al estado  $-\frac{1}{2}$ , en el caso en que se tienen dos controles (campos electromagnéticos externos).

**Difracción no estacionaria sobre cuñas. Nuevos resultados. (CI)**

Anatoli Merzon Merzon, Jose Eligio de la Paz Méndez, Tanya Janette Villalba Vega, Anel Esquivel Navarrete (anatolimx@gmail.com)

Vamos a presentar la teoría de la dispersión de las ondas planas sobre cuñas. Explicaremos que significa el Principio de la amplitud límite. Estableceremos la conexión entre la teoría clásica de difracción sobre cuñas con la teoría "no estacionaria". Daremos algunos resultados nuevos.

**Una aproximación desde el análisis-geométrico a un teorema fundamental para los problemas elípticos con valores en la frontera.** (RT)

*José Gilberto Amaro Aceves* (jgaa@ciencias.unam.mx)

En esta charla se formulará un problema de tipo Dirichlet con valores en la frontera (DVF, en adelante) para el operador de Laplace-Beltrami sobre el haz de formas con base en variedades riemannianas con frontera. Se planteará que, una condición muy particular de elipticidad, a saber, la formulada por Y. Lopatinskii y B. Shapiro tiene implicaciones importantes sobre la regularidad de los elementos del espacio de soluciones para el problema DVF. El tema de esta charla, forma parte de mi trabajo de tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias Matemáticas dentro del programa de posgrado en Ciencias Matemáticas de la UNAM.

**Mediciones indirectas en la Mecánica Cuántica.** (CI)

*Miguel A. Ballesteros, N. Crawford, Martin Fraas, Juerg Froehlich, Baptiste Shubnel* (miguel.ballesteros@iimas.unam.mx)

Se estudian modelos matemáticos para la física cuántica de interacción entre dos sistemas. Uno de ellos es, por ejemplo, una cavidad con un campo de fotones en su interior y el otro puede ser un átomo. Se considera una sucesión de mediciones del átomo. Estas mediciones tienen un efecto de colapso de la función de onda del fotón, de manera que se pueden construir estados con un número fijo de fotones en la cavidad. Estas tecnologías cuánticas que planteamos modelar matemáticamente son de gran importancia desde el punto de vista experimental, al grado de que fue otorgado el premio Nobel a Serge Haroche y David J. Wineland en el 2012 por sus revolucionarios métodos experimentales que han permitido la medición y la manipulación de sistemas cuánticos individuales.

**Teorema de singularidad de Hawking.** (RT)

*Arelis Serrato Martínez* (a.serrato@ciencias.unam.mx)

A mediados de 1960 el matemático Roger Penrose y el físico Stephen Hawking se dedicaron al estudio de las singularidades, desarrollando nuevas técnicas para analizarlas, los teoremas de singularidad propuestos por ellos, nos dicen que salvo efectos cuánticos, cualquier modelo "razonable" del Universo debe ser singular, es decir, el Universo contiene regiones donde las leyes de la física clásica se rompen, en otras palabras: la existencia de singularidades. Finalmente consiguieron demostrar que, según la Teoría General de la Relatividad, tuvo que haber en el pasado del Universo un estado de densidad infinita, con toda la materia y energía concentradas en un espacio mínimo. Esa singularidad era el principio del Universo, el big bang, y el que marcaría el inicio del tiempo. Se expondrá una introducción breve y elemental a las ideas requeridas para una comprensión rigurosa del Teorema de singularidad de Hawking, herramientas como Geometría diferencial y Álgebra lineal, que nos permitirán de una manera fascinante entender las ideas y formalismo de dicho teorema.

**Las ecuaciones de Hitchin en la teoría de Yang-Mills y la geometría compleja.** (CI)

*Sergio Andrés Holguín Cardona* (sholguin@im.unam.mx)

Las ecuaciones de Hitchin surgieron de aplicar un procedimiento conocido como "reducción dimensional" a las ecuaciones de Yang-Mills auto-duales. Dichas ecuaciones han resultado de cierto interés en geometría compleja y en física-matemática; en particular, en las últimas tres décadas se han escrito una cantidad considerable de artículos sobre el tema en ambas áreas. En el seminario, empezaremos con una breve introducción sobre la teoría de Yang-Mills en el espacio euclidiano  $\mathbb{R}^4$ , después presentaremos las ecuaciones de Yang-Mills autoduales y mostraremos como se deducen las ecuaciones de Hitchin. Finalmente, mostraremos las diferentes formas en que dichas ecuaciones pueden aparecer en la literatura y mencionaremos brevemente algunos escenarios y técnicas que se han utilizado para resolverlas.

**Fases de Berry y estados coherentes.** (RI)

*Antonio Hernández Garduño, Carlos Villegas Blas* (antonio.hega@gmail.com)

En el contexto de procesos adiabáticos de sistemas hamiltonianos (cuánticos y clásicos), la fase de Berry es una fase relativa asociada a una curva cerrada en un 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 algunos contextos en los cuales las fases de Berry son relevantes. Un ejemplo a discutir es la fase de Berry asociada a estados spin-coherentes cuando la curva cerrada en el espacio paramétrico es un triángulo geodésico. También exploraremos la fase asociada a los estados coherentes definidos sobre la esfera  $S^n$ .

**Caos cuántico y sus analogías con la teoría caótica clásica en sistemas Hamiltonianos de interacción Átomo-Fotón.** (CI)

*Jorge Chávez Carlos* (jorge.chavez@correo.nucleares.unam.mx)

La teoría del caos es un campo de investigación presente en muchos sistemas dinámicos y forma parte intrínseca en cierto tipo de modelos físicos. Una pregunta de interés es como se relaciona este fenómeno con el caos cuántico en modelos Hamiltonianos. La

presentación de este trabajo aborda un estudio realizado en un modelo cuántico en el cual interactúan  $N$  partículas (átomos de dos niveles) con fotones, el modelo que puede ser tratado en forma Algebraica en el grupo  $SU(2) \times \mathbb{R}^2$  y puede representarse por un Hamiltoniano clásico en el límite termodinámico ( $N \rightarrow \infty$ ). Ambas representaciones cuántica y clásica son caóticas en sus respectivos marcos de estudio, de este modo se puede dar un puente de investigación entre el comportamiento clásico-cuántico para sistemas de muchos cuerpos con interacción Bosónica. La medición cuantitativa de caos cuántico es contrastada con formas conocidas por métodos de sistemas dinámicos clásicos, con resultados de interés para la comunidad científica que aborda estas líneas de investigación en aspectos relacionados, como el enredamiento cuántico, azar, ergodicidad, transiciones de fase, etc.

#### Las transformadas de Lorentz. (CI)

Jesús Mariano Morales, Javier Gonzales Mendieta (jesus.murray.morales@gmail.com)

El presente trabajo de investigación titulado como "Las transformadas de Lorentz" tiene como objetivo principal resaltar y reflexionar sobre las llamadas transformadas de Lorentz. Que dentro de la teoría de la relatividad especial, son un conjunto de relaciones que dan cuenta como se relacionan las medidas de una magnitud física obtenida por dos observadores diferentes. Estas transformaciones precisan el tipo de Geometría del espacio tiempo requeridas por la teoría de Albert Einstein. Desarrollo: Este proyecto de investigación, trata sobre la aplicación de los conocimientos matemáticos y físicos que hacen posible la construcción de las transformadas de Lorentz. Lo cual para lograrlo debemos tener en cuenta los dos postulados de la relatividad especial: 1). Todas las leyes físicas, mecánicas o electromagnéticas son las mismas en todos los sistemas de referencia inerciales. 2). La velocidad de la luz es una constante  $c$  que toma el mismo valor en todos los sistemas de referencia inerciales. Dichos postulados son muy fáciles de entender y ver del porque son así, con las transformadas de Lorentz y ecuaciones diferenciales. Conclusión: Al elaborar este proyecto de investigación, se hizo con el fin de aplicar los conocimientos matemáticos que se imparten en nuestros cursos. Pues para entender dichas transformaciones se recurrieron, a conocimientos previos de cálculo, análisis matemático, algebra lineal y en especial geometría diferencial, el cual en conjunto precisa el tipo de Geometría del espacio tiempo requeridas por la teoría general de la relatividad de Albert Einstein. Así pues las transformaciones de Lorentz son de vital importancia en la revolución de la ciencia moderna de nuestros días como lo es la teoría especial de la relatividad y la mecánica cuántica. Por lo que Lorentz fue quizá el último gran físico clásico, pero las ecuaciones que llevan su nombre están en el corazón de la relatividad y en el futuro que ella creo.

**Bibliografía:** [1] M. Alonso; E. J. Finn, *Fundamental University Physics, Vol. I, Mechanics*, *Adison-Wesley Publishing Company, Inc.*, Reading, Mass., 1967. [2] R. T. Weidner; R. L. Ell. *elementary classical physics, vol. I Allyn and Bacon, Inc.*, Boston, 1965. [3] R. P. Feynman, R. B. Leighton y M. Sands, *The Feynman Lecture on Physics, vol. I. Fondo Educativo Interamericano*, Ed. Bilingüe, 1963.





## Geometría Algebraica

Coordinadores: Jesús Rogelio Pérez Buendía, César Lozano Huerta  
 Lugar: Seminarios 2, Instituto de Matematicas, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>E. Javier Elizondo</b>	<b>Osbaldo Mata G.</b>	A. Leon Kushner
9:30–10:00				<b>Luis Nuñez B.</b>	José Omegar Calvo
10:00–10:30	RECESO	<b>José A. Seade</b>	Raúl Quíroga B.	<b>Leticia Brambila</b>	Leidy J. González
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Alfredo Sánchez P.		Leonardo Roa L.
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	TRASLADO	Victoria Cantoral	<b>Andres D. Duarte</b>	<b>Abel Castorena</b>	<b>Juan Bosco Frías</b>
12:00–12:30	<b>Xavier Gómez-Mont</b>	Ian Andrei Gleason	<b>A. Martin del Campo</b>	<b>Claudia Reynoso</b>	Miguel A. Mendez
12:30–13:00		<b>Genaro Hernandez</b>			Eladio Escobedo T.
13:00–13:30	<b>Pedro Luis del Ángel</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	<b>José J. Hernández</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	<b>Laura Hidalgo Solis</b>	<b>Felipe de J. Zaldivar</b>	<b>TARDE LIBRE</b>	<b>Graciela A. Reyes</b>	Juan Vásquez A.
17:00–17:30		<b>Alexis M. García</b>		Ramón E. Ronzón	
17:30–18:00	Ángel David Ríos			<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	Manuel A. Leal	<b>Cristhian E. Garay</b>			
18:30–19:00	Isidro Nieto Baños	<b>Ernesto Lupercio</b>			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

**Descripcion topologica de los mapeos entre variedades algebraicas. (CI)**  
*Xavier Gómez-Mont Ávalos (gmont@cimat.mx)*

Los mapeos mas sencillos entre variedades son las proyecciones de un producto  $X \times Y \rightarrow X$ . Los siguientes son las aplicaciones propias  $Z \rightarrow X$  cuya derivada es submersiva, dado que por el Teorema de la Funcion Implicita del Calculo Diferencial, nos da una manera de comprender la aplicacion como un producto localmente trivial (el primer caso de  $X \times Y \rightarrow X$  es un producto globalmente trivial). Lo interesante se pone cuando quita uno la hipotesis de submersiva (que la derivada sea suprayectiva en todos los puntos) y permite uno singularidades. Por el Teorema de Sard, sobre un abierto de  $X$  seguimos teniendo una estructura localmente trivial, pero el problema es que pasa cuando nos acercamos a las singularidades. Se ha demostrado recientemente un teorema denominado Teorema de descomposicion, que responde a esta pregunta de manera muy satisfactoria y que abre la puerta para la comprension de la estructura de topologica de los morfismos entre variedades algebraicas casi-proyectivas con singularidades, que utiliza conceptos contemporaneos muy profundos: Cohomologia de Interseccion y Gavillas Perversas. La presentacion sera una introduccion sencilla al enunciado del Teorema de Descomposicion y su significado.

**D-módulos holónomos regulares. (CDV)**  
*Pedro Luis del Ángel Rodríguez (luis@cimat.mx)*

Dada una variedad compleja, definiremos qué es un D-módulo y veremos algunos ejemplos clásicos de D-módulos y su relación con sistemas de ecuaciones diferenciales parciales. En particular veremos que si se tiene un D-módulo finitamente presentado se puede identificar al espacio de soluciones con el haz de secciones planas para la conexión correspondiente. Posteriormente veremos cómo interpretar la condición de holonomía y la condición de regularidad, así como la correspondencia de Riemann-Hilbert, regresando a los ejemplos clásicos para revisar qué nos dice en tales ejemplos.

**Mapeos de clases de ciclos. (CI)**

José Jaime Hernández Castillo (jaime@cimat.mx)

En esta plática revisaremos algunas construcciones de mapeos de ciclos en el caso de grupos de Chow superiores. Luego estableceremos como relacionar la búsqueda de ciclos, principalmente indescomponibles, con las diferentes formulaciones del mapeo de Abel-Jacobi.

**¿Qué es la Geometría Algebraica? (Conferencia invitada de Miscelánea Matemática en geometría algebraica). (CI)**

Laura Hidalgo Solís (laurahidalgosolis@yahoo.com.mx)

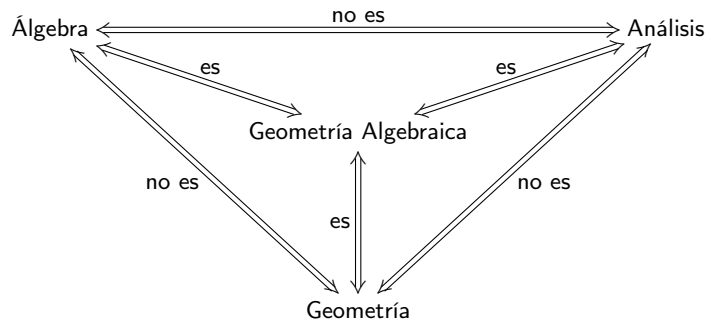
La geometría algebraica clásica se ocupa de problemas planteables en términos de figuras asociadas a ecuaciones polinómicas. Los primeros ejemplos que tenemos son los puntos, las rectas, los planos, las cónicas, y las superficies cuadráticas en el espacio.

El caso de los polinomios lineales es particularmente sencilla su geometría. Son objetos perfectamente homogéneos, es imposible distinguir intrínsecamente unos puntos de otros. Pero, si consideramos ecuaciones de segundo grado aparecen nuevos fenómenos, por ejemplo, la superficie asociada a la ecuación  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$  es una esfera, nuevamente un espacio que es homogéneo, no podemos distinguir unos puntos de otros.

Pero si consideramos la superficie asociada al polinomio  $x^2 + y^2 - z^2 = 0$  obtenemos un cono cuya base es una circunferencia. El cono tiene un punto que se distingue de todos los demás, el vértice de coordenadas  $x = y = z = 0$  es lo que llamamos un *punto singular*.

La aparición de los puntos singulares aludidos anteriormente es uno de los ingredientes que motivan la introducción de métodos específicos y que justifican el apellido "algebraica", y es quizá una de las principales causas por la que la geometría algebraica llega a constituirse en una especialidad con nombre propio, interaccionando a continuación de forma intensa con el resto de las matemáticas.

Una peculiaridad del ejemplo anterior es que de un objeto algebraico, a saber un polinomio, obtenemos un objeto geométrico asociado, el cono. Al determinar si hay puntos especiales en el cono utilizamos herramientas analíticas, presentándose la trilogía



Y podemos plantearnos ¿Qué sucede si el grado del polinomio homogéneo aumenta? ¿Qué sucede si intersecamos o unimos dos, o más, de estos conjuntos? ¿Qué propiedades generales se satisfacen? ¿Cómo se clasifican?

En la presente plática presentaremos algunos ejemplos en que se responda, al menos parcialmente, a dichas preguntas.

**El teorema de descomposición y aplicaciones. (CI)**

Ángel David Ríos Ortiz (angeldavidrios2@ciencias.unam.mx)

El Teorema de Descomposición, demostrado por Beilinson, Berstein, Deligne y Gabber en 1982, revela profundas propiedades de la topología de morfismos propios entre variedades algebraicas, estableciendo relaciones muy precisas en las cohomologías de intersección de una fibración posiblemente singular. El propósito de esta charla es introducir los elementos necesarios para comprender el enunciado del Teorema de Descomposición y discutir algunas de sus aplicaciones a la topología de variedades complejas, haciendo énfasis en el caso de T-variedades y morfismos equivariantes, discutiendo en particular resultados recientes por De Cataldo, Migliorini y Mustata. Si el tiempo lo permite, se dará una posible generalización del Teorema de Mustata, et al. para el caso de T-variedades de complejidad 1.

**Un ejemplo del Criterio de Hilbert-Mumford. (CI)**

Manuel Alejandro Leal Camacho (maz.leal.camacho@gmail.com)

El criterio de Hilbert-Mumford es una herramienta para calcular de manera explícita la estabilidad de un objeto bajo la acción de un grupo algebraico. Conocer la estabilidad de un objeto es parte fundamental de la Teoría de Invariantes Geométricos. Esta plática estará basada en el artículo "On the Stability of Pencils of Cubic Curves", de Rick Miranda (1980). Cálculos similares pueden llevarse a cabo para pinceles de curvas de distintos grados, y en la plática mencionaremos el caso de cónicas planas.

**Variación de estructuras de Hodge mixtas asociadas a una familia uni-dimensional equisingular de variedades de Calabi-Yau.** (CI)  
*Isidro Nieto Baños, Del Angel Pedro Luis (nietoisdorrafael@yahoo.com)*

Estudiamos una familia de hipersuperficies singulares de grado  $d$  con  $m$  nodos simples en  $P^4$  parametrizadas por un abierto  $B$  que es el complemento de  $P^1$  en 6 puntos. Asociada a esta familia equisingular consideramos la Variación de Estructura de Hodge Mixta (VEHM). Desingularizando esta familia de hipersuperficies calculamos la Variación de Estructura de Hodge (VEH) y calculamos para cada uno de los puntos en  $P^1 - B$  las posibles Estructuras de Hodge Límites Mixtas cuando los puntos están en posición general así como cuando están en "buena posición homológica" nociones que introducimos en la plática. Al definir el espacio de parámetros asociado a esta VEH demostramos que admite dos componentes irreducibles. Parte de nuestra motivación proviene de entender el caso de hipersuperficies quinticas con 100 nodos simples 86 de los cuales están en posición general y calcular el operador de Picard-Fuchs.

**Un mundo singular.** (CDV)

*José Antonio Seade Kuri (jseade@im.unam.mx)*

Todos sabemos que, por ejemplo, las rectas, círculos, parábolas, hipérbolas, etc. los podemos describir mediante una ecuación en el plano. Similarmente, una esfera o un elipsoide, los podemos describir mediante una ecuación en el espacio. En todos los casos antes mencionados, la ecuación correspondiente no tiene puntos críticos contenidos en la curva o superficie correspondiente. El teorema de la función implícita nos garantiza que cuando eso ocurre, la curva o superficie definida por la ecuación, es "suave". Los puntos críticos son aquellos donde todas las derivadas parciales se anulan. ¿Que sucede en la presencia de puntos críticos? Esa es la puerta de entrada a una bella rama de las matemáticas, que es la teoría de singularidades. Ese es el tema que exploraremos.

**Puntos de torsión para una variedad abeliana de tipo III.** (CI)

*Victoria Cantoral Farfán (v.cantoral@hotmail.com)*

El teorema de Mordell-Weil afirma que para toda variedad abeliana  $A$ , definida sobre un campo de números  $K$ , el grupo de puntos  $K$ -rationales es de tipo finito. Mas particularmente, nos interesaremos en ésta ponencia en el grupo finito de puntos de torsión  $A(K)_{\text{tors}}$  definido sobre  $K$ . De manera natural, podemos preguntarnos si es posible acotar  $|A(L)_{\text{tors}}|$ , en función del grado  $[L : K]$ , cuando la variedad abeliana  $A$  varía, y el campo de números  $L$  queda fijo. Esta pregunta se conoce como la conjetura de la cota uniforme. Por ejemplo, Merel probó en 1994, que es posible obtener dicha cota cuando la variedad abeliana es una curva elíptica utilizando métodos desarrollados por Mazur y Kamienny. Sin embargo, también es interesante preguntarnos si dicha cota existe cuando la extensión  $L/K$  varía y la variedad abeliana queda fija. Siguiendo ésta dirección, Hindry y Ratazzi han probado una serie de resultados para ciertas clases de variedades abelianas, y sus resultados dan una cota óptima. El objetivo de ésta ponencia será de presentar nuevos resultados en ésta dirección. Nos concentraremos en la clase de variedades abelianas de tipo III y plenamente de tipo Lefschetz, es decir, variedades abelianas tales que su grupo de Mumford—Tate es el grupo de similitudes symplecticas que conmutan con los endomorfismos, y tales que verifican la conjetura de Mumford—Tate. En particular, daremos una lista de variedades abelianas para las cuales sabemos probar que son plenamente de tipo Lefschetz.

**Grupos  $p$ -divisibles.** (CDV)

*Ian Andrei Gleason Freidberg (ianandreigf@gmail.com)*

La idea de la plática es exponer la teoría de Dieudonné sobre grupos  $p$ -divisibles en la formulación de Grothendieck/Messing, y si el tiempo lo permite exponer las nuevas ideas en el área introducidas por Scholze/Weinstein.

**El sitio log-cristalino y cohomología log-cristalina.** (CDV)

*Genaro Hernandez Mada (genaro.hernandezm@gmail.com)*

La cohomología cristalina es una cohomología de Weil para esquemas  $X$  definidos sobre un campo base  $k$  en característica positiva, que se comporta razonablemente bien cuando  $X$  es propio y suave sobre  $k$ . En el caso de un esquema  $X$  definido sobre un anillo de valuación discreta  $V$ , con campo residual  $k$  (de característica positiva), y tal que la fibra especial sea un divisor con cruzamientos normales, uno puede dotar a  $X$  con una estructura logarítmica de manera natural. Esto permite definir el sitio log-cristalino y la cohomología log-cristalina. En esta conferencia se definirán los conceptos básicos para estudiar esta teoría de cohomología, y enunciaremos algunas de sus propiedades y una aplicación en el estudio de familias semi-estables de variedades en característica positiva.

**Una introducción al problema del descenso.** (CDV)

*Felipe de Jesús Zaldivar Cruz (fzaldivar55@gmail.com)*

La teoría de descenso formaliza la noción de pegado de estructuras. En esta plática se introducirán primero algunas ideas generales en unos casos sencillos de problemas de descenso de estructuras o propiedades. En la segunda parte se considerará el problema de

descenso de Galois y, si el tiempo lo permite, en la tercera parte se considerarán ciertos problemas de descenso fielmente plano en los que he estado trabajando recientemente.

**La desigualdad de Miyaoka y el número de fibras singulares de una fibración.** (CI)

*Alexis Miguel García Zamora* (alexiszamora06@gmail.com)

Presentaremos la desigualdad de Miyaoka y explicaremos cómo se utiliza para obtener cotas inferiores sobre el número de fibras singulares de una fibración semiestable. Explicaremos algunos resultados recientes sobre este tópico.

**Especialización tropical en curvas via convergencia de amibas.** (CI)

*Cristhian E. Garay López, Ethan Cotterill* (cgaray@math.cinvestav.mx)

Dada una curva algebraica  $X$  definida sobre un campo no-Arquimedeano  $K$ , la especialización tropical nos permite asociar a un divisor  $D$  de  $X$ , un divisor  $T(D)$  en un ente combinatorio conocido como complejo metrizado de curvas algebraicas, que es básicamente un grafo finito métrico con una curva algebraica en cada vértice (llamado el modelo). Esta operación ha sido de utilidad a la hora de generalizar la teoría de series lineales límite de Eisenbud-Harris, notablemente gracias a los trabajos de O. Amini y M. Baker. En esta charla discutiremos un método alternativo de especialización tropical de divisores basado en una técnica de convergencia de amibas debida a M. Jonsson. Este método –aunque limitado en generalidad– tiene la ventaja de describir explícitamente los modelos del complejo metrizado de curvas algebraicas y de estar mejor adaptado para problemas sobre los números reales, cuando se combina con la técnica de patch-working de O. Viro. Finalmente, si el tiempo lo permite, hablaremos sobre una aplicación de este método a la geometría algebraica enumerativa de curvas hiper-elípticas reales.

**Pilas de arena, mecánica cuántica y geometría algebraica.** (CDV)

*Ernesto Lupercio Lara, Ludmil Katzarkov, Laurent Meersseman, Alberto Verjovsky, Aldo Guzmán* (lupercio@math.cinvestav.mx)

En esta charla de divulgación para todo público narraré las relaciones que hay entre los temas del título: la dinámica de las pilas de arena, los sistemas mecánico cuánticos y la geometría algebraica.

**¿Qué es geometría algebraica? Algunos ejemplos.** (CDV)

*Enrique Javier Elizondo Huerta*, (javier@im.unam.mx)

En esta charla daremos algunos ejemplos que muestran la riqueza de la geometría algebraica. Mostrarán el por qué es importante estudiar esta materia para obtener una formación amplia y rica como matemáticos. La geometría algebraica tiene una relación muy grande con áreas importante de las matemáticas, por ejemplo, topología, álgebra, combinatoria, teoría de números, geometría diferencial y varias más. No podremos cubrir todo este espectro, pero trataremos de ver algunos de estos aspectos.

**Geometría simpléctica y variedades tóricas.** (CI)

*Raúl Quiroga Barranco* (quiroga@cimat.mx)

Sea  $M$  una variedad simpléctica compacta con una acción de un grupo compacto  $G$  mediante simplectomorfismos. Bajo ciertas circunstancias es posible describir los campos en  $M$  inducidos por el álgebra de Lie de  $G$  en términos de una primera integral. Tal construcción es conocida como el mapeo de momentos de la acción y nos permite estudiar las propiedades geométricas de la variedad. Un caso particular es el dado cuando  $M$  tiene dimensión  $2n$  y  $G$  es un grupo Abeliano de dimensión  $n$ . En este caso tenemos las llamadas variedades tóricas. Esta formulación es de tipo geométrico-diferencial, pero guarda una conexión estrecha con las variedades complejas de dimensión  $n$  que admiten una acción de un toro complejo de la misma dimensión: i.e. las variedades tóricas en el sentido de geometría algebraica. Discutiremos algunas de las propiedades de las variedades (simplécticas) tóricas y su relación con las variedades complejas.

**Teorema de Marden y problemas de geometría enumerativa.** (RT)

*Alfredo Sánchez Peña* (alfredchez@gmail.com)

En esta plática mencionaré mi trabajo de tesis, hablaremos sobre el Teorema de Marden y de manera general las relaciones geométricas entre el conjunto de ceros de polinomios complejos en una variable con el conjunto de ceros de los polinomios derivada. Se hará uso de espacios proyectivos, anillos de polinomios y ciertos ideales que nos facilitarán la demostración. También platicaremos sobre una generalización del teorema y otros problemas de geometría enumerativa resueltos con el método propuesto en la demostración mencionada.

**Ideales jacobianos de superficies tóricas vs ideales que definen a la explosión de Nash.** (CI)

*Andrés Daniel Duarte* (andan.duarte@gmail.com)

En esta charla nos centraremos en comparar el lugar de ceros de ideales que definen a la explosión de Nash con el lugar singular de una superficie tórica. El resultado principal que expondremos da una consecuencia positiva de eliminar la condición de normalidad en la definición de variedad tórica.

**Variedades tóricas: Un lado combinatorio de la geometría algebraica (CDV)**

*Abraham Martín del Campo Sánchez* (abraham.mc@cimat.mx)

Las variedades tóricas son objetos geométricos en donde se relacionan la geometría, el álgebra y la combinatoria. Podemos asociar ideales tóricos a algunos objetos combinatorios como polítopos y gráficas. En esta charla daremos una breve introducción a estas variedades y cubriremos algunas de sus aplicaciones a otras áreas, como a la biología o la optimización.

**Ciclos de Hecke y el espacio moduli de haces vectoriales. (CI)**

*Osbaldo Mata Gutiérrez* (osbaldo@cimat.mx)

Para estudiar la geometría del espacio moduli  $M(n, d)$  de haces vectoriales definidos sobre una curva es necesario estudiar sus subvariedades. Mediante el uso de transformaciones elementales Narasimhan y Ramanan definieron ciertas subvariedades en  $M(n, d)$  llamadas ciclos de Hecke. Estas subvariedades han sido utilizadas por diferentes autores para obtener información geométrica del espacio moduli de haces vectoriales y haces aumentados. En esta charla iniciaremos con la construcción de los ciclos de Hecke y posteriormente veremos algunos de los resultados obtenidos por Narasimhan, Ramanan, H. Wang entre otros. Finalizaremos con algunas implicaciones de los ciclos de Hecke en espacios de moduli de haces vectoriales aumentados.

**Signatura diferencial. (CI)**

*Luis Nuñez Betancourt, Jack Jeffries* (luisnub@cimat.mx)

En esta charla discutiremos la definición y las propiedades de la signatura diferencial. Este invariante se define por medio de operadores diferenciales y tiene como objetivo principal detectar y medir las singularidades de un anillo (y la variedad algebraica asociada). También discutiremos algunos ejemplos provenientes de la teoría de invariantes y la combinatoria.

**La teoría de Brill-Noether y la conjetura de Butler. (CDV)**

*Leticia Brambila Paz* (lebp@cimat.mx)

La teoría de Brill-Noether estudia las variedades determinadas por haces vectoriales con secciones. Cuando los haces vectoriales son lineales y están sobre una curva algebraica no singular se conoce mucho de esta teoría. Sin embargo, para haces de mayor rango es poco lo que se conoce. En esta plática explicare como la Conjetura de Butler y la teoría de sistemas coherentes dan solución a problemas sobre la existencia de las variedades de Brill-Noether.

**Moduli de superficies de Riemann via sus modelos en el plano proyectivo complejo. (CI)**

*Abel Castorena Martínez* (abel@matmor.unam.mx)

Se pretende que esta conferencia sea una plática de divulgación para alumnos de matemáticas que tienen bases sólidas de variable compleja y topología. La idea central de la charla consiste en presentar a las superficies de Riemann compactas como curvas en el plano proyectivo complejo. Nos concentraremos en estudiar ciertos modelos proyectivos de superficies de Riemann compactas de género bajo, para posteriormente dar ideas de lo que sucede en casos más generales.

**Una introducción a los esquemas de dimensión cero. (CDV)**

*Claudia Reynoso Alcántara* (claudia@cimat.mx)

Encontrar soluciones de ecuaciones polinomiales definidas sobre un campo es una tarea, en general, muy difícil. Para resolver problemas relacionados con esta cuestión se han desarrollado algunas áreas de las matemáticas como la geometría algebraica. Sin embargo, en el siglo XX la geometría algebraica sufrió un cambio profundo en cuanto al nivel de abstracción y conceptos teóricos que maneja. Uno de los conceptos que aparecieron fue el de Esquema. En esta charla hablaremos de los esquemas de dimensión cero, los cuales pueden verse como una generalización del conjunto de soluciones de un sistema de ecuaciones polinomiales cuando este conjunto es finito. Daremos las definiciones y resultados básicos relacionados con estos objetos y veremos algunos ejemplos sencillos que nos ayuden a entender este concepto y algunas generalizaciones.

**Haces de rango dos y extensiones de haces lineales. (CI)**

*Graciela Astrid Reyes Ahumada* (grace@matmor.unam.mx)

Dados dos haces lineales  $L, N$  sobre una curva algebraica compleja  $C$ , podemos considerar el espacio de extensiones que parametriza sucesiones exactas cortas de  $L$  y  $N$  cuyo elemento central es un haz vectorial  $E$  de rango dos. Intentaremos estudiar las deformaciones del haz  $E$  al variar los haces  $L$  y  $N$ , y discutiremos el morfismo racional (proyección) del espacio de extensiones al espacio moduli de haces estables de rango dos, que envía una extensión a su haz central  $E$ . Nos concentraremos en ejemplos de haces con pocas secciones sobre curvas con moduli general.

**El álgebra  $E(n)$  y sus propiedades.** (CDV)*Alberto León Kushner Schnur* (kushnerschnur@gmail.com)

En esta plática estudiaremos varias propiedades del anillo de gérmenes de funciones suaves del espacio euclideo de dimensión  $n$  en los números reales. A continuación se desglosa el contenido de la plática: (1) El lema de Borel. (2) Introducción a una geometría algebraica para ideales  $I$  de  $E(n)$ . (3). Definición de gérmenes de conjuntos  $V(I)$  que contienen al origen y de  $I(V(I))$ . (4). Definición de ideales radicales  $I$  en  $E(n)$  y sus propiedades. (5). El lema de Artin-Rees para los ideales radicales de  $E(n)$ .

**Distribuciones holomorfas de codimensión uno de  $\mathbb{P}(3)$ .** (CI)*José Omegar Calvo Andrade, Marcos Jardim, Mauricio Corrêa* (jose.calvo@cimat.mx)

Estudiamos distribuciones holomorfas de codimensión uno en  $\mathbb{P}(3)$ . Analizamos las propiedades del esquema singular y la estabilidad de la gavilla tangente. Como consecuencia, clasificamos las distribuciones con gavilla tangente localmente libre de grado  $\leq 2$  y demostramos que la distribución genérica (con singularidades aisladas) tiene gavilla tangente estable.

**Mosaicos  $M$  tipo Thurston en la esfera de Riemann.** (CI)*Leidy Johanna Gonzalez Cely, Jesús Muciño* (leidyjohannagonzalezcelly@gmail.com)

Cada pareja  $(f, \text{gamma})$ , donde  $f: S^2 \rightarrow S^2$  es un polinomio de grado  $n > 1$  y  $\text{gamma}$  es una curva de Jordan que recorre todos los valores críticos de  $f$ , determina un mosaico  $M$  a dos colores en la esfera dominio. La pregunta que nos interesa abordar es: ¿qué tipo de mosaicos  $M$  en la esfera provienen de algún polinomio genérico  $f$  y alguna curva de Jordan  $\text{gamma}$  adecuada?

**Invariante de Segre de sistemas coherentes.** (CI)*Leonardo Roa Leguizamon* (leonardo.roa@cimat.mx)

Un sistema coherente de tipo  $(n, d, k)$  consiste de una pareja  $(E, V)$  donde  $E$  es un haz vectorial homomorfo de rango  $n$ , grado  $d$  y  $V$  es un subespacio de dimensión  $k$  del espacio de secciones homomorfas de  $E$ . Asociados a estos objetos hay una noción de estabilidad la cual permite la construcción del espacio moduli  $G(\alpha; n, d, k)$ . En esta conferencia definiremos el invariante de Segre de sistemas coherentes el cual define una estratificación del espacio moduli  $G(\alpha; n, d, k)$ . Presentaremos propiedades geométricas y topológicas de los estratos y trataremos el caso particular de los sistemas coherentes de tipo  $(2, d, 1)$ .

**El pincel de Humbert-Edge.** (RI)*Juan Bosco Frías Medina, Alexis García Zamora* (boscof@ifm.umich.mx)

En esta plática, hablaremos de algunas propiedades del pincel de Humbert-Edge que se encuentra formado de séxticas planas y presentaremos algunas aplicaciones.

**Acerca del número de enlace holomorfo.** (CDV)*Miguel Angel Mendez Gonzalez* (miguel.mendez@cimat.mx)

Dadas dos curvas complejas lisas (superficies de Riemann) cerradas, en una 3-variedad compleja, junto con una 1-forma holomorfa, sobre cada una, uno puede asociarles un número complejo llamado "el número de enlace holomorfo" de dichas parejas. El objetivo de esta plática es presentar el concepto de número de enlace holomorfo, algunas representaciones de este, y exponer razones de porque puede ser pensado como el "análogo complejo" del número de enlace topológico entre dos curvas reales cerradas en una 3-variedad (real).

**Fórmulas de series de Euler-Chow de haces proyectivos.** (RT)*Eladio Escobedo Trujillo, E. Javier Elizondo Huerta* (eladio\_escobedo@hotmail.com)

Se dará la definición, y motivación, de las series de Euler-Chow de una variedad algebraica proyectiva. Se mostrarán algunos ejemplos conocidos, se mencionarán algunos resultados recientes y problemas abiertos.

**Estratificación del espacio de curvas planas de grado 4.** (RT)*Juan Vásquez Aquino* (jvasquezaquino@gmail.com)

Esta charla va a tratar sobre mi proyecto de tesis, en el cual se construye una estratificación del espacio de curvas planas de grado 4 usando teoría de representaciones y teoría de invariantes geométricos. Definiré la acción por cambio de coordenadas de  $SL_3(\mathbb{C})$  en el espacio de cuárticas planas  $HiP_4(2)$ , platicare un poco sobre la sobre la estabilidad de las curvas y mostrare el cálculo de los inestables. Luego usando la representación del álgebra de Lie de  $SL_3(\mathbb{C})$  construimos el diagrama de pesos de las cuárticas planas, y

con ese diagrama de pesos construimos la estratificación del espacio de cuárticas inestables, y por ultimo veremos la caracterización de las curvas en cada estrato.

**Estratificación de foliaciones de grado tres en el plano proyectivo. (RT)**

*Ramón Eduardo Ronzón Lavié* (ramonronzon@gmail.com)

El objetivo principal de este trabajo es estudiar las foliaciones salvo cambio de coordenadas. Para este fin, se construye una estratificación del espacio de foliaciones y se obtienen propiedades de las singularidades de los elementos en cada estrato. Con ello se obtienen condiciones suficientes en términos de las singularidades para saber si una foliación es semiestable bajo la acción de cambio de coordenadas, así como se brinda una caracterización de los elementos de cada estrato.

---





## Geometría Diferencial

Coordinadores: Oscar Alfredo Palmas Velasco, Didier Solís Gamboa

Lugar: Seminarios 1, Instituto de Matematicas, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	José Omegar Calvo		Rosalía G. Hdez.
9:30–10:00				<b>Raquel del C. Perales</b>	<b>Juan M. Ruiz</b>
10:00–10:30	RECESO	Fco Gabriel Hdez	Rafael Herrera G.		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>			Andrés Ahumada G.	Eduardo Velasco
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Carlos W. Valeriano	José Eduardo Núñez	Mauricio Adrián Che	José Crispín Ruíz
12:00–12:30	<b>José A. Vallejo</b>	<b>W. de Jesús Barrera</b>	Gregor Weingart	<b>Pedro A. Solórzano</b>	<b>Areli Vazquez J.</b>
12:30–13:00					
13:00–13:30	Eugenio Garnica V.	<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					
17:30–18:00	José Gilberto Amaro	Luis Eduardo Maza	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Josué Meléndez	Vinicio A. Gómez			
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

### Estructuras de casi-acoplamiento en la geometría de Poisson y Dirac. (CI)

José Antonio Vallejo Rodríguez, Yury Vorobiev (josanv@gmail.com)

Dada una variedad foliada de Poisson, junto con la acción de un grupo de Lie compacto conexo  $G$  que preserva las hojas, estudiaremos la deformación del bivector de Poisson por estructuras de Poisson casi-acoplamiento (esto significa, en términos de la bigraduación inducida por las componentes horizontales y verticales a la foliación, que no aparecen términos mixtos). Aplicando el método de promedios ( $G$ -averaging) construiremos estructuras de Dirac  $G$ -invariantes que, a través de una condición de degeneración apropiada, conducirán a una estructura de Poisson  $G$ -invariante partiendo de la original. El proceso descrito tiene su contraparte física en los sistemas Hamiltonianos de tipo adiabático que admiten a  $G$  como grupo de simetrías para su forma normal.

### Subvariedades de revolución en variedades pseudo-riemannianas (CDV)

Eugenio Garnica Vigil (garnica@unam.mx)

Se busca establecer la definición general de subvariedad de Revolución al caso Pseudo-Riemanniano. Luego se persigue diferenciar diferentes tipos. Entre ellas se establecen las Mínimas. El ingrediente principal es el grupo de Lie natural, el grupo de isometrías, que actúa transitivamente en el espacio ambiente.

### Singularidades de tipo I para flujo de Ricci con simetría. (CI)

Alejandro Betancourt de la Parra (alejandro.betancourt@cimat.mx)

En esta plática analizaremos el flujo de Ricci en variedades de cohomogeneidad uno. Veremos que si la órbita principal satisface ciertas condiciones geométricas, es posible demostrar que el flujo de Ricci forma una singularidad de tipo I cuyo modelo de singularidad es un cuello.

**Geometría y Análisis: Un teorema fundamental para entender los problemas elípticos en variedades con frontera.** (RT)*José Gilberto Amaro Aceves (jgaa@ciencias.unam.mx)*

En esta ponencia se describirá la condición de elipticidad formulada por Yaroslav Lopatinskii y B. Shapiro. En la construcción de la misma se requiere de tres ingredientes principales: Una familia de haces vectoriales sobre una variedad con frontera, Operadores diferenciales definidos en el interior de la variedad (por ejemplo: Laplace-Beltrami) y en la frontera de la variedad (por ejemplo: Proyecciones Tangenciales y Normales), Condiciones "restrictivas". La importancia de esta formulación radica en cómo la geometría, vía las variedades con frontera riemannianas, refleja que la clase de operadores iniciales cumplen la condición analítica (clásica) de ser Fredholm. Este tema que presento forma parte de mi trabajo de tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias Matemáticas dentro del programa de posgrado en Ciencias Matemáticas de la UNAM.

**Una caracterización del cilindro en el espacio euclidiano.** (CDV)*Josué Meléndez Sánchez, Luis J. Alías (fenix.dgo@gmail.com)*

Esta plática comenzará con algunos ejemplos y teoremas clásicos sobre rigidez de superficies en el espacio euclidiano tridimensional con curvatura media constante. Considerando la generalización de la curvatura media como la  $r$ -curvatura media, también presentaremos resultados nuestros, obtenidos recientemente, sobre la caracterización de hipersuperficies isoparamétricas en el espacio euclidiano de dimensión  $n$ .

**Representaciones de grupos de Lie y algunas aplicaciones al análisis y a la geometría** (CDV)*Francisco Gabriel Hernández Zamora (paco zam@msn.com)*

En esta charla panorámica se revisará las bases de la teoría de representaciones de grupos de Lie en espacios vectoriales, con particular énfasis en las representaciones unitarias irreducibles, sus propiedades y algunas de sus implicaciones en geometría y análisis.

**Grupos fuchsianos y polígono de Dirichlet.** (RT)*Carlos Williams Valeriano Salado, Aline Lizbeth Vargas Ramos (vasacw@gmail.com)*

Comenzamos introduciendo las transformaciones de Mobius complejas, las cuales actúan de manera natural en la esfera de Riemann, dichas funciones se identifican con los elementos del grupo  $PSL(2, \mathbb{C})$  y se enuncian algunas propiedades básicas de los subgrupos de transformaciones de Mobius para dar pie a los grupos fuchsianos, donde se estudian los grupos horocíclicos y los subgrupos normales de éstos, así como los sugrupos normalizadores. Para finalizar se definen los conjuntos y las regiones fundamentales, lo cual conlleva el estudio de las teselaciones del plano hiperbólico y también del espacio hiperbólico tridimensional. En el caso bidimensional es de gran utilidad en la teoría de números, el tridimensional lo es para la topología de las variedades de dimensión 3. En este contexto se construye el polígono de Dirichlet.

**Geometría de SOL variedades y grupos kleinianos complejos.** (CI)*Waldemar del Jesús Barrera Vargas, Rene Israel García Lara, Juan Pablo Navarrete Carrillo (waldemar.barrera.vargas@gmail.com)*

Los grupos kleinianos complejos son los subgrupos  $G$  del grupo de automorfismos del Espacio proyectivo complejo que actúan propia y discontinuamente en algún abierto  $G$ -invariante no vacío del mismo. Este concepto fue desarrollado en el debut del presente siglo por los investigadores mexicanos J. Seade y A. Verjovsky e inspirados por la teoría clásica de transformaciones de Moebius. En el año 2008 con una serie de artículos relativos al estudio de grupos discretos del plano proyectivo complejo, J. Navarrete, A. Cano y J. Seade descubren importantes propiedades acerca de la dinámica del conjunto límite del plano proyectivo complejo, creando una interesante y bonita área de la Geometría. La presente conferencia tiene dos objetivos fundamentales: 1) Dar un panorama general de los principales resultados obtenidos en este tema. 2) Presentar una familia de grupos kleinianos complejos que dan una descripción total de un tipo de grupo llamado grupo de 4 líneas y mostrar que su clasificación es directamente relacionado con la clasificación de las retículas co-compactas del grupo SOL.

**Sobre la rigidez de acciones isométricas de grupos de Lie.** (CI)*Eli Vanney Roblero Méndez, Raúl Quiroga, Gestur Ólafsson (roblero.ev@gmail.com)*

Dada una acción isométrica de un grupo de Lie semisimple no-compacto  $G$  sobre una variedad semi-Riemanniana  $M$  que posee una órbita densa, la conjetura es que dichas acciones y variedades (junto con otras hipótesis) son rígidas, en el sentido de que la variedad es de hecho un doble cociente de un grupo de Lie semisimple. Más específicamente existe un grupo de Lie  $H$ , subgrupos de Lie  $K < H$  (compacto) y  $\Gamma < H$  (retícula) tal que  $M$  es difeomorfo al doble cociente  $K \backslash H / \Gamma$ , y la acción del grupo de Lie sobre este doble cociente está dada por un homomorfismo inyectivo de grupos de  $G$  hacia  $H$ , de tal forma que su imagen conmuta con el subgrupo  $K$

En la plática daremos a conocer algunos resultados obtenidos en este tema así como un bosquejo de sus demostraciones.

**La Completez de  $RSL(n, \mathbb{R})$ . (RT)**

Luis Eduardo Maza Cruz, Eli Vanney Roblero Méndez (luis\_e\_maza@hotmail.es)

Es sabido que los grupos de Lie con métrica semi-Riemanniana bi-invariante son completos en el sentido de que toda curva geodésica se puede extender a una curva cuyo dominio sea todos los números reales. La pregunta que nos planteamos en éste trabajo es la siguiente ¿Cómo sabemos que nuestro espacio cociente, de un grupo de Lie con métrica semi-Riemanniana bi-invariante, es completo? Para contestar esta pregunta necesitamos introducirnos al estudio de los espacios homogéneos naturalmente reductivos los cuáles son completos. Así nuestro problema se reduce a analizar y demostrar que el espacio  $RSL(n, \mathbb{R})$  es homogéneo naturalmente reductivo.

**La superficie cuártica de Klein. (CDV)**

Vinicio Antonio Gómez Gutiérrez (vgomez@ciencias.unam.mx)

La cuártica de Klein se puede definir mediante una ecuación algebraica en el plano proyectivo complejo. Es una superficie de Riemann. Se puede mostrar que es la superficie de género tres de una manera visual. Además tiene muchas simetrías, y tiene una relación estrecha con el plano hiperbólico. Finalmente diré algo sobre su curvatura.

**Estructuras  $G_2$  en aureolas de Milnor. (CI)**

José Omega Calvo Andrade, Lázaro Rodríguez Díaz, Henrique N. Sá Earp (jose.calvo@cimat.mx)

Sea  $\varphi \in \wedge^3(\mathbb{R}^7)^*$  la 3 forma definida en la base  $\{e^i, \quad i = 1, \dots, 7\}$  por

$$\varphi_0 = e^{567} + \omega_1 \wedge e^5 + \omega_2 \wedge e^6 + \omega_3 \wedge e^7 \tag{6}$$

donde

$$\omega_1 = e^{12} - e^{34}, \quad \omega_2 = e^{13} - e^{42}, \quad \text{and} \quad \omega_3 = e^{14} - e^{23}.$$

El grupo

$$G_2 = \{g \in SO(7) : g^*\varphi = \varphi\}$$

Sea  $F : \mathbb{C}^5 \rightarrow \mathbb{C}$  un polinomio quasi-homogéneo con singularidad aislada en  $\mathbf{0} \in \mathbb{C}^5$ . La aureola de Milnor definida como  $\mathbb{K}_F = F^{-1}(0) \cap \mathbb{S}^9$  es una subvariedad cerrada de dimension 7 Sasakiana que en algunos casos define una variedad Calabi-Yau en un proyectivo pesado  $V = \{F = 0\} \subset \mathbb{P}_w^4$ , por ejemplo, cuando  $F$  es homogéneo de grado 5. En estos casos,  $\pi : \mathbb{K} \rightarrow V$  fibra sobre  $V$  con fibra  $\mathbb{S}^1$  y el grupo estructural del haz de marcos de  $\mathbb{K} = \mathbb{K}_F$ , se reduce de manera canónica al grupo excepcional  $G_2$  que es co-cerrada, definida por la 3-forma  $\varphi \in \Omega_{\mathbb{K}}^3$ , que satisface  $\varphi|_{T_p\mathbb{K}^*} = \varphi_0$  con  $d*\varphi = 0$ , donde

$$\begin{aligned} \varphi &:= \theta \wedge \pi^*\omega + \pi^*\mathfrak{J}\epsilon, \\ \psi &:= \frac{1}{2}\pi^*\omega \wedge \pi^*\omega + \theta \wedge \pi^*\mathfrak{R}\epsilon = *\varphi \end{aligned} \tag{7}$$

donde  $\omega$  es la forma de Kähler y  $\epsilon$  la forma de volumen holomorfa en  $V$ . La forma  $\theta \in \Omega_{\mathbb{K}}^1$  que se restringe a la forma de ángulo a las fibras  $\mathbb{S}^1$ . Podemos distinguir las parejas  $(\mathbb{K}, \varphi)$  con el invariante de Crowley-Nordström  $\nu(\varphi) \in \mathbb{Z}_{48}$ .

**Teorema:** Sean  $F$  polinomio quasi-homogéneo que define una variedad Calabi-Yau en un proyectivo con peso. Sea  $(\mathbb{K}, \varphi)$  la aureola de Milnor con su  $G_2$ -estructura. Entonces

1. El invariante de Crowley-Nordström  $\nu(\varphi) \in \mathbb{Z}_{48}$  es impar.
2. Si  $\alpha \in \mathbb{Z}_{48}$  es impar, entonces existe  $F : \mathbb{C}^5 \rightarrow \mathbb{C}$  un polinomio quasi-homogéneo con singularidad aislada en  $\mathbf{0} \in \mathbb{C}^5$  tal que la aureola de Milnor  $(\mathbb{K}_F, \varphi)$  admite una  $G_2$ -estructura y  $\alpha = \nu(\varphi)$ .

**Una extension del modelo estandar. (CI)**

Rafael Herrera Guzmán, Alexander Quintero (rherrera@cimat.mx)

En esta charla describiremos una extension natural del modelo estandar de la teoria de fisica de particulas (electron, neutrino y quarks) que agrega solo un boson "gauge" y ordena las representaciones involucradas en dicho modelo que hasta el momento se les ha considerado un tanto arbitrarias.

**Hipersuperficies nulas y ejemplos relativistas. (CDV)**

José Eduardo Núñez Ortiz (eduardonun@ciencias.unam.mx)

Las hipersuperficies nulas aparecen en el marco de la Geometría Lorentziana como subvariedades tales que el tensor métrico del ambiente induce un dos tensor simétrico degenerado en éstas. A pesar de no contar con la conexión inducida de Levi-Civita se puede trabajar con la conexión del ambiente y calcular una "curvatura media nula" para estas hipersuperficies. Estos objetos aparecen en el

espacio– tiempo de Schwarzschild y como parte importante en un teorema de singularidades debido a Raychaudhuri, resultado que se ha convertido en un caso particular de los teoremas de Hawking y Penrose.

#### **Geometría de variedades hiperkählerianas.** (CI)

*Gregor Weingart, Tillmann Jentsch (gw@matcuer.unam.mx)*

La geometría de una variedad hiperkähleriana es localmente y globalmente determinada por su potencial de Kähler. Usando los resultados sobre las relaciones entre la geometría y el potencial de una variedad Kähleriana discutiré la forma particular del potencial de Kähler de una variedad hiperkähleriana y su dependencia de la estructura compleja elegida para obtener resultados sobre la geometría y topología de las variedades hiperkählerianas compactas.

#### **Variedades producto y alabeadas.** (CI)

*Raquel del Carmen Perales Aguilar, Chris Connell, Jesús Nuñez Zimbron, Pablo Suárez, Guofang Wei (raquel.perales@matem.unam.mx)*

Platicaremos de dos teoremas de Geometría Riemanniana: Uno de ellos nos cuenta cuándo una variedad se escribe como el producto del espacio Euclidiano de dimensión 1 con una variedad de curvatura de Ricci no negativa. Y el otro nos dice cuándo una  $n$ -variedad se puede escribir como el producto alabeado del espacio Euclidiano de dimensión 1 con una variedad de curvatura de Ricci mayor a o igual a  $n - 1$ . Al final de la platica mencionaré la generalización del segundo teorema en la que junto con mis colaboradores estoy trabajando.

#### **Geometría de comparación.** (RT)

*Andrés Ahumada Gómez (andres.19@ciencias.unam.mx)*

En la ponencia hablaré sobre un par de teoremas de comparación en geometría riemanniana, el teorema de Toponogov y el teorema de Rauch. Además discutiré como estos resultados ayudan a la demostración de dos teoremas de la esfera, el teorema de la esfera clásico demostrado por Klingenberg, Rauch y Berger; y una generalización de este último hecha por Grove y Shiohama.

#### **Variedades de curvatura no negativa.** (RT)

*Mauricio Adrián Che Moguel (mauricio.che95@gmail.com)*

En esta charla abordaremos algunas construcciones de variedades riemannianas con curvatura seccional no negativa. Las principales herramientas para dichas construcciones son los grupos de Lie que admiten métricas bi-invariantes, así como un tipo especial de funciones entre variedades, conocidas como submersiones riemannianas. El objetivo final de la charla es exponer ejemplos de variedades con curvatura seccional positiva, de las cuales se tiene un conocimiento muy escaso.

#### **Paralelismos clásicos y modernos.** (CDV)

*Pedro Antonio Ricardo Martín Solórzano Mancera (pedro.antonio.solorzano@gmail.com)*

En esta charla haremos una breve semblanza del estudio de las diferentes nociones de paralelismo en el desarrollo moderno de la ciencia. Exploraremos la rigidez de los postulados de Euclides, la nueva interpretación infinitesimal y cómo esta última dio origen a las nociones de curvatura y de holonomía. Finalmente, veremos que estas nociones tienen sentido en espacios con requisitos mucho menores a los que cumplen aquellos en los que primero fueron ideadas. En particular, analizaremos el paralelismo bajo las ideas modernas de curvatura acotada inferiormente y de convergencia de espacios.

#### **Curvatura escalar simpléctica graduada.** (RT)

*Rosalía Guadalupe Hernández Amador, José Antonio Vallejo Rodríguez (rosalia.hdez@gmail.com)*

En el contexto de supervariedades existen dos variantes de formas simplécticas, las pares y las impares. En el caso impar, es posible definir una curvatura escalar simpléctica. El objetivo de esta plática es presentar una clase de supervariedades de Fedosov con curvatura escalar simpléctica no trivial, provenientes de la elección de conexiones de Weyl en la variedad diferencial subyacente.

#### **Soluciones de baja energía de la ecuación de Yamabe en variedades producto.** (CI)

*Juan Miguel Ruiz Zepeda, Carolina Rey (mruiz@enes.unam.mx)*

En la presente plática se hablará del perfil de algunas soluciones de baja energía de la ecuación de Yamabe para variedades producto del tipo  $(M \times N, g + r^2h)$ , conforme  $r$  tiende a 0, donde  $(M, g)$  y  $(N, h)$  son variedades Riemannianas cerradas y  $(N, h)$  tiene curvatura escalar constante y positiva.

**El comportamiento semilocal de la clase modular en variedades de Poisson y Dirac. (RI)**

*Eduardo Velasco Barreras, Andrés Pedroza, Yury Vorobev (lalovelascobar@gmail.com)*

La clase modular es un invariante geométrico y cohomológico de las variedades de Poisson que mide la obstrucción a la existencia de una forma de volumen invariante bajo el flujo de todo sistema Hamiltoniano. En esta plática presentamos una descripción de la clase modular las variedades de Poisson orientables, así como criterios de unimodularidad, en el contexto semilocal, es decir, en un entorno de una hoja simpléctica singular. Nuestros resultados pueden entenderse como una generalización semilocal de los resultados bien conocidos de A. Abouqateb y M. Boucetta para variedades de Poisson regulares, relacionados con la clase de Reeb. Finalmente, extendemos de manera natural algunos de nuestros resultados al contexto más general de variedades de Dirac.

**Estructuras de Poisson en fibrados vectoriales. (RI)**

*José Crispín Ruiz Pantaleón, Yury Vorobev, Rubén Flores Espinoza (jc\_panta19@hotmail.com)*

Las estructuras de Poisson, al codificar la evolución temporal de sistemas mecánicos clásicos y cuánticos, cobran gran relevancia en física y dan lugar a un campo de investigación muy activo actualmente: la geometría de Poisson. En la década de los 70's A. Lichnerowicz caracterizó estas estructuras como bivectores  $P$  que satisfacen la ecuación  $[P, P] = 0$  respecto al corchete de Schouten-Nijenuis. A pesar de que este enfoque proporciona un método para construir estructuras de Poisson en una variedad diferencial encontrar soluciones a la ecuación en cuestión no es un trabajo trivial. Uno de los propósitos de nuestra actual investigación es caracterizar estructuras de Poisson en variedades fibradas (orientables) sobre una base 2-dimensional (simpléctica). En particular, estructuras de Poisson en fibrados vectoriales en los cuales se exige una noción de homogeneidad para estas estructuras. Entre los resultados a presentar en esta exposición se encuentran construcciones concretas de estructuras y una descripción de algunos objetos geométricos asociados a éstas, también una parametrización de las estructuras de Poisson de casi-acoplamiento y algunos criterios de unimodularidad.

**Hipersuperficies de curvatura media constante en variedades producto. (CI)**

*Areli Vazquez Juárez, Juan Miguel Ruiz Zepeda (areli.vazquez@gmail.com)*

En esta plática abordaremos algunos aspectos de la teoría de hipersuperficies de curvatura media constante  $H$  en variedades producto, y algunos resultados recientes de clasificación. Este trabajo es una colaboración con Miguel Ruiz de la ENES, León.



## Historia y Filosofía

Coordinador: Roberto Torres Hernández

Lugar: Alfredo Barrera, Amoxcalli, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Zeus S. Hernández			
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Eduardo Harada			
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Mariana Mejía			
12:00–12:30	<b>Benjamín Zuñiga</b>	Stephanie C. Hdez			
12:30–13:00	José de Jesús Angel	Briselda S. Cruz	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:00–13:30					
13:30–14:00	Luis Gottdiener				
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>Agustín Contreras</b>	Luis E. Maza			
17:30–18:00	<b>Raúl Linares Gracia</b>	Felipe Monroy	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Rogelio Herrera	Heidy Lea Ruiz	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
18:30–19:00	Elizabeth Becerra	Irvin Díaz Hidalgo			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:30–20:00					

#### Algunos secretos del General Díaz. (CDV)

*Benjamín Zuñiga Becerra* (benja@uaq.mx)

En el presente trabajo se muestran los diversos métodos de encriptamiento que utilizó Porfirio Díaz en sus comunicaciones telegráficas con los gobernadores y jefes de las zonas militares de la República Mexicana entre 1877 y 1911. Se mostrarán, además, algunos telegramas significativos que nos permita discernir si el general fue un tirano, un buen estratega, un genio de la criptografía o simplemente una persona altamente letrada para su tiempo. Criptografía. Porfirio Díaz. Telegramas. Siglos XIX y XX.

**Referencias Bibliográficas:** [1] Cortés D. A., Díaz S. S., Torres C. J., Tapia R. H., Basurto R., "Elementos de Criptografía Clásica", Sociedad Matemática Mexicana y CIMAT, México, 2005. [2] Angel A. J. J., "Criptografía en el Porfirismo", Ciencia y Desarrollo, Vol. 34, Mayo 2008. [3] Narváez R., "Historia y criptología: Reflexiones a propósito de dos Cartas Cortesianas", Facultad de Arquitectura, UNAM, 2007.

#### Historia de la criptografía en México. (CDV)

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

En esta plática damos un panorama general de la criptografía que se ha usado a lo largo de la historia Mexicana. Algunos sistemas criptográficos usados por los españoles fueron heredados después de la independencia. Benito Juárez debido al estado de guerra que vivió fue un gran usuario de métodos criptográficos en su caso usaba diferentes tipos de sustitución simple o polialfabética. Es importante notar que se usaba ya técnicas para prevenir el ataque de frecuencias. Posteriormente, durante el largo periodo de Porfirio Díaz, se usaron diferentes sistemas criptográficos de sustitución del tipo tabla de Polybius. A pesar de que era ya muy conocida la criptografía a la llegada de Madero, éste quizá por su lejanía con la milicia, no uso métodos más sofisticados, de hecho los sistemas usados eran más simples que los de Juárez. Al estallar la revolución los diferentes mandos militares hicieron uso de la criptografía, destaca principalmente el método "Mexican Army Cipher Disk" un método atribuido a los constitucionalistas que operaban en el norte del país. Posteriormente a la revolución en México el usuario más frecuente de criptografía fue la secretaría de relaciones exteriores, usando métodos como MXC, MXD, MXE y MXH.

**Biografía y libro conmemorativo: similitudes y diferencias.** (RI)*Luis Gottdiener Gutmann (luisgrgt@hotmail.com)*

El número de biografías de científicos mexicanos en el campo físico-matemático es reducido. Es más popular el género de libro conmemorativo, elaborado generalmente con motivo del aniversario –60 o 70 años– de un personaje, o aun de su fallecimiento. Usualmente este tipo de obra no tiene autor, sino uno o más editores o compiladores, ya que la manera de elaborarla es través de la yuxtaposición de textos breves de colegas, estudiantes o amigos del homenajeado. El libro conmemorativo también se utiliza en el caso de instituciones, generalmente después de un aniversario importante, y en estos casos posiblemente sea aun más común recurrir a dicho género. Algunos consideran a los libros conmemorativos como una variante de las biografías, e incluso suelen aparecer bajo la misma clasificación bibliográfica. No obstante, se hace notar aquí que, aunque ambos géneros buscan resaltar o preservar la personalidad y la obra de un académico, existen diferencias sustanciales entre ellos. Señalaremos algunas en este trabajo, en cuanto a estructuración, unidad y coherencia del material, y la objetividad del tratamiento. Consideramos que el libro conmemorativo posee limitaciones con respecto a la biografía, y su popularidad se debe a que es un recurso cómodo y relativamente rápido para recordar o rendir homenaje a un académico distinguido. En una visión de más largo plazo, su utilidad principal reside en que preserve información que podría perderse, y puede en el futuro ser utilizado como material auxiliar para la elaboración de una biografía en forma.

**Manual de Zoología fantástica en matemáticas (Parte 1).** (CI)*José Juan Angoa Amador, Agustín Contreras Carreto (jangoa@fcm.buap.mx)*

La existencia de entes nuevos y totalmente monstruosos, al menos por su carácter terrorífico para su época, han marcado grandes avances para la matemática, aquí recuperamos el carácter metodológico de estos procesos, es decir las bases filosóficas que sustentan la cotidiana propuestas de nuevos entes que hacen crecer la vastedad del universo matemático.

**Manual de Zoología fantástica en matemáticas (Parte 2).** (CI)*Agustín Contreras Carreto, José Juan Angoa Amador (acontri@fcm.buap.mx)*

Como su nombre lo indica, esta ponencia es la continuación de la del profesor Juan Angoa. Como la cantidad de veces en que la aparición, por primera vez en matemáticas, de conceptos, estructuras, números, etc., que han producido desconcierto en los matemáticos de las correspondientes épocas, es vasta, decidimos presentar nuestras reflexiones en dos partes. Ésta es la segunda.

**Raíz y herencia.** (CDV)*Raúl Linares Gracia (rlinares@fcm.buap.mx)*

La comprensión de un fenómeno no puede estar completa sin una vuelta a los orígenes, a las ideas iniciales, constatar el desarrollo prodigioso de ésta ciencia nos lleva a tomar conciencia del dinamismo de la historia, entender este valor permite esclarecer verdades de la naturaleza matemática que lo favorece, en los inicios de la matemática se sitúa Euclides, quien legó a la posteridad una prolífica obra de síntesis de los conocimientos de su tiempo y se convirtió en un referente casi indispensable hasta la Edad Contemporánea, revisaremos algunas influencias de esta obra en la matemática.

**El concepto de número.** (CDV)*Rogelio Herrera Aguirre (rha@correo.azc.uam.mx)*

Uno de los conceptos que se encuentran en la base de la cultura es el de número, dicho concepto ha variado en la historia de la humanidad, siendo diferente por ejemplo el concepto clásico griego de número como reunión de unidades, del concepto de Newton, número como razón entre cantidades del mismo género; por otro lado la importancia de dicho concepto para el desarrollo de la humanidad, se ve reflejado en la conocida cita de Lord Kelvin: “A menudo digo que cuando puedes medir aquello de lo que estás hablando y expresarlo en números puedes conocer algo acerca de él; pero que cuando no puedes medirlo, cuando no puedes expresarlo con números, tu conocimiento es precario e insatisfactorio: puede ser el comienzo del conocimiento, pero apenas has avanzado en tus ideas en la etapa científica, cualquiera que pueda ser la materia” En este trabajo se presenta un estudio de la evolución del concepto de número y de sus diversos usos en el desarrollo de nuestra cultura.

**Del cálculo digital al alfabeto dactilológico.** (CDV)*Elizabeth Becerra Ramos, Ricardo Quintero Zazueta (ebecerra@cinvestav.mx)*

Recientemente ha crecido el interés por investigar de donde y como se originan las lenguas de señas. Estas indagaciones han arrojado hallazgos interesantes como el posible origen de los alfabetos dactilológicos. Estos no son en si mismos parte de las lenguas de señas, son como un puente de comunicación entre sordos y oyentes que comparten una lengua escrita. Un posible origen del alfabeto dactilológico utilizado en la comunidad sorda de México, se remota a sistemas de signos desarrollados por diferentes órdenes de monjes para hacer frente a periodos de silencio, cuando hablar no era permitido. Estos signos no eran necesariamente los utilizados por las



personas sordas. (Branson y Miller, 2002; Jullian, 2002). Un ejemplo de estos sistemas está en la obra del benedictino inglés Beda el Venerable (673–735) *ratione temporum* (sobre la división del tiempo) que data del siglo VII d.C. Que contiene un capítulo titulado *De computo vel loquela digitorum* (sobre la manera de contar y hablar mediante los dedos) que consta de un mecanismo que con ayuda de los gestos ejecutados con una mano o ambas a la vez, permite representar los números desde el 1 hasta el 9,999, además de un medio de comunicación silenciosa, una especie de lenguaje manual, que consiste en establecer una correspondencia entre las letras latinas y los números (Ifrah, 2002). A pesar de que el venerable Beda no ideó este código para comunicarse con las personas sordas, este hito marca el inicio de una técnica desarrollada que siglos más tarde cobró gran importancia como auxiliar en su instrucción. En esta charla mostraremos como evoluciono el alfabeto dactilológico y las similitudes de los actuales alfabetos español y mexicano con los signos empleados por el venerable Beda. Branson, J y Miller, D. (2002) *Damned for Their difference: The Cultural Construction of Deaf People as Disabled: A Sociological History*. Gallaudet University Press. Washington, D.C. Gascon, (2006) *Historia del alfabeto dactilológico español*. Recuperado 12 agosto 2014 de [http://www.cultura-sorda.eu/resources/Gascon\\_Alfabeto\\_manual\\_espanol.pdf](http://www.cultura-sorda.eu/resources/Gascon_Alfabeto_manual_espanol.pdf) Ifrah, G. (2002). *Historia universal de las cifras: España: Espasa Calpe*.

#### **La sección áurea en la Arquitectura Prehispánica. (CI)**

*Zeus Salvador Hernández Veleros, Manuel Ángel García González (zshveleros@yahoo.com)*

La llamada Sucesión de Fibonacci, nombrada así en honor del matemático italiano quien la describió en el siglo XIII, Leonardo de Pisa, la cual tiene antecedentes en la India varios siglos antes, está relacionada con la Sección Áurea, según lo descubrió Robert Simson en el siglo XVIII: la relación entre dos números de Fibonacci sucesivos  $f_{n+1}/f_n$  se acerca a la relación áurea  $\phi$  cuando  $n$  tiende a infinito. Esta sección se puede encontrar no sólo en la naturaleza, también en creaciones humanas como el arte, la música y la arquitectura, los templos griegos del Partenón y de la Concordia son ejemplo de esto último. Nuestro interés fue investigar si algunas de las pirámides prehispánicas se aproximan a la sección áurea al relacionar sus dimensiones.

#### **Los orígenes de la lógica matemática en México. (CI)**

*Eduardo Harada Olivares (edharada@hotmail.com)*

A finales de los años sesenta y principios de los setenta se generalizó en México la enseñanza de la lógica matemática, tanto a nivel licenciatura como en el bachillerato. Con ello se sustituyó el estudio de la lógica silogística, mezclada con teoría del conocimiento y metodología de la ciencia, sobre todo, en su versión neokantiana (Francisco Larroyo), pero, también, en la forma de lógica dialéctica (Eli de Gortari). Sin embargo, los orígenes de la lógica matemática en México se remontan la década de los años cuarenta, en concreto, a las investigaciones de algunos profesores y estudiantes de las Facultades de Filosofía y Letras y Ciencias de la Universal Nacional Autónoma de México así como del Instituto Politécnico Nacional. En esta ponencia se reseñará algunas de esas investigaciones para contribuir a la reconstrucción de la historia de esa disciplina en nuestro país.

#### **Algunos libros de texto de Geometría euclidiana utilizados en la Escuela Nacional Preparatoria (1878–1899). (RT)**

*Mariana Mejía Llamas (takumi.kun.05@gmail.com)*

En este trabajo se pretende hacer un estudio matemático de algunos libros de texto de Geometría euclidiana que fueron utilizados en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) entre los años 1878 y 1899, con el fin de acercarnos a una parte de lo que fue la enseñanza de esta cátedra durante los primeros años de actividades de la ENP. Sumado a este análisis se presentan los exámenes de Geometría euclidiana que se aplicaban en aquella época en la ENP, específicamente los correspondientes al año de 1897. Los libros que se estudiaron fueron tres, todos ellos escritos por autores mexicanos, incluso dos de ellos fueron maestros de la ENP. Se mostrarán algunos conceptos, teoremas y problemas que ilustren el contenido de cada uno de estos libros.

#### **Algunos libros de texto de Álgebra en la Escuela Nacional Preparatoria entre 1869 y 1897. (RT)**

*Stephanie Christell Hernández Muñoz (f1n3@hotmail.com)*

En este trabajo de tesis se abordó el análisis de algunos libros de texto de Álgebra utilizados en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) durante el periodo comprendido entre los años 1869 y 1897. Es un análisis, desde el punto de vista matemático, donde se resalta cómo se plasmó el Álgebra en esos años, haciendo énfasis en los temas que se consideraban esenciales para un alumno preparatoriano. Además, se incluye el contenido referente a Álgebra de algunos de los Cuestionarios usados para la evaluación de los alumnos.

#### **La historia de las matemáticas como una herramienta en su enseñanza. (CDV)**

*Briselda Selene Cruz Ramos (brisscura@gmail.com)*

Esta propuesta reside el interés de llevar temas históricos al aula, las matemáticas constituyen una de las grandes manifestaciones del pensamiento con un desarrollo milenario relacionados con los grandes hitos del conocimiento y la cultura. Desde hace varias décadas han levantado las voces sobre la importancia que tiene la historia en la enseñanza de las matemáticas, pero por lo regular siempre han estado fuera del ámbito práctico, a pesar de que son varios los trabajos y proyectos que está impulsando la historia dentro

de la formación matemática de los estudiantes, aun la discusión no se ha podido realizar. (José Luis Lupianez Gómez junio 2002 pp. 59–63) La historia de las matemáticas permite conocer las cuestiones que dieron lugar a diversos conceptos, las instituciones e ideas, de donde surgieron, el origen de los términos, lenguaje y notaciones que expresaban, técnicas que desarrollaban etc. En si como están relacionadas las actividades cotidianas que solventaban. Bell (1985, p54) Las matemáticas es una ciencia con una evolución muy continua en la elaboración de conceptos y procedimientos y a través de ellos llevar la enseñanza al aula.

#### **Dos expediciones científicas, dos siglos, dos naciones y la distancia de la tierra al sol. (RI)**

*Maribel Moreno Ochoa (maribel.m.ochoa@hotmail.com)*

Se pretende dar a conocer el papel que jugaron las observaciones astronómicas y los cálculos para estimar la distancia de la tierra al sol con el uso de la paralaje solar, a partir de la observación el tránsito de Venus sobre el disco solar, especialmente en el S. XVIII y S. XIX, en el primero, realizándose una expedición a Baja California por el astrónomo francés de la Real Academia de Ciencias de Paris, Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche y en el segundo, por Francisco Díaz Covarrubias, ingeniero geógrafo mexicano, también señalado como astrónomo y matemático quien fuera comisionado por el presidente Lerdo de Tejada para realizar la travesía hacia Japón y realizar la observación, considerada ésta última como la Primer Comisión Científica Mexicana Internacional. Las implicaciones que resultaron sus viajes, tanto económicas como políticas y el aporte a la comunidad científica dichas mediciones, a pesar de las complicaciones a las que se enfrentaron en pro a la ciencia.

#### **El primer matemático de la república ó ¿El primer garabatero?. (CDV)**

*Luis Eduardo Maza Cruz (luis\_e\_maza@hotmail.es)*

En este trabajo se pretende ver quién fue el primer matemático de la república mexicana, es decir, el general villista Felipe Ángeles. Primero, mostraremos quien podría decirse que fue la primer persona nacida en nuestro territorio que realizó estudios matemáticos y astronómicos de nivel superior, Fray Diego Rodríguez pero este personaje nació en la época de colonia... antes del nacimiento de la República Mexicana. Posteriormente, se dará un resumen breve de la vida de Felipe Ángeles, se analizará la importancia que tuvo en la historia nacional como militar y político. De ahí se partirá a ver como se introdujo en la matemáticas de orden superior, así como sus logros en este campo y se mostrarán los artículos originales que Felipe Ángeles publicó acerca de probabilidad y ecuaciones diferenciales. Por último, se mostrará como fueron sus últimos días y el legado matemático que aún persiste de él a nivel mundial.

#### **El pensamiento geometrico de Klein, Poincare y Hilbert y la geometria sub-riemanniana. (CDV)**

*Felipe Monroy Pérez, Alfonso Anzaldo-Meneses (fmp@correo.azc.uam.mx)*

Se presenta un recuento sucinto de la evolución del concepto de geometría elaborado por F. Klein en el Programa de Erlangen (PE). Se incluye el punto de vista de D. Hilbert en torno a la axiomatización de la geometría y de la física teórica. Se introducen las definiciones básicas de la geometría subriemanniana y se establece la equivalencia de la teoría electromagnética en el vacío como teoría de norma, con el problema geodésico subriemanniano. Se resalta la importancia del trabajo de H. Poincaré sobre invariantes de grupos Kleinianos y se da una introducción elemental a las funciones automorfas en el contexto del PE. Se sostiene la tesis de que el actual estudio de la geometría subriemanniana se ubica de manera natural en el punto de vista planteado por el PE.

#### **Breve recorrido histórico del desarrollo de los conceptos de ángulo. (CDV)**

*Heidy Lea Ruiz González, Ricardo Quintero Zazueta (hlruiz@cinvestav.mx)*

A lo largo de la historia de las matemáticas han aparecido distintos conceptos de ángulo, en cada momento histórico se le caracterizó de acuerdo con distintos elementos que lo conforman o evocan una idea de medida. Los antiguos geómetras griegos fueron los primeros en tener una palabra para ángulo (Matos, 1990), y orientaron la discusión de objetos geométricos hacia la determinación de su naturaleza regidos por el esquema Aristotélico de cualidad, cantidad o relación (Heath, 1956; Matos, 1990). Así ideas como roto, desviación y contracción asociadas al ángulo lo sitúan en la categoría de cualidad. La idea de ángulo como distancia contenida entre líneas o superficies, lo sitúa en la categoría de cantidad. El ángulo entendido como la inclinación relativa entre dos líneas rectas con un punto en común, lo sitúa en la categoría de relación. Otros conceptos fueron desarrollados con el propósito de primero tener una noción de ángulo y posteriormente la noción de ángulos iguales, estos conceptos se formularon sin incluir concepciones métricas o de congruencia. Tal es el caso de los conceptos formulados por Amaldi y Veronese, quienes además incluyen ideas de rotación, rayos y sectores en su conceptualización. Algunos conceptos más fueron desarrollados con el propósito de clasificar las definiciones existentes hacia finales del siglo XIX, dando lugar a nuevas nociones, por ejemplo la cantidad de rotación o porción de un plano. Referencias Bibliográficas Euclides. (1992). Elementos de geometría I-II (pp. 5–79). México: Dirección general de publicaciones UNAM. Heath, Thomas L. (1956). Definitions 8,9. En *The thirteen books of Euclid's elements*, Vol. 1, Segunda edición (pp. 176-181) New York: Dover Publications. Matos, J. (1990). The historical development of the concept of angle. *The Mathematics Educator* 1(1), 4–11.

**Problematización de los “procesos infinitos” en las propuestas de Parménides y Zenón. (CI)***Irvin Díaz Hidalgo (irvindiaz88@hotmail.com)*

La investigación tiene como objetivo discutir sobre la construcción genealógica de los procesos infinitos, particularmente en la antigüedad griega (escuela eleática), y las posibilidades de aprendizaje que este tipo de saberes, estrictamente filosóficos, discurren en el marco de un programa de grado en Ingeniería, en una universidad privada en el norte de México. La investigación, con un fuerte énfasis en el análisis comprensivo-interpretativo, se llevó a cabo con alumnos del primer semestre de las carreras de ingeniería, en una división de ciencias básicas, que por primera vez cursaron la materia de Cálculo a nivel universitario, durante el año escolar 2015-2016. Las categorías principales a las que se hace alusión son el concepto de “procesos infinitos”, las aporías de Zenón, como defensa de la filosofía de Parménides, así como los esquemas conceptuales epistemológicos de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias. Para la recolección y recogida de datos, así como para la presentación de resultados, se utilizó un cuestionario de ítems abiertos, estructurado a partir de cuatro categorías sobre el concepto de “procesos infinitos”. Los principales hallazgos encontrados refieren que, aún en el presente, los estudiantes consideran los procesos infinitos como una aporía zenoniana, en donde inclusive se llega a la negación del movimiento y en donde la fuerza de la geometría y las sucesiones conducen a los estudiantes a malinterpretar el concepto fundamental del análisis matemático. Asimismo, se concluyó que la enseñanza de saberes matemáticos que recuperan el carácter humano, y por ende histórico de la matemática, son fundamentales para una comprensión más crítica y reflexiva de la ciencia por parte de estudiantes de ingeniería.



## Lógica y Fundamentos

Coordinador: Verónica Borja Macías

Lugar: Yelizcalli “204”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes		
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Luis Miguel Villegas	Ricardo Isaac Bello			
9:30–10:00			Salvador Mancilla	Juan Antonio Nido			
10:00–10:30	RECESO	<b>Fernando Hernandez</b>	Edgar García M.	Jesús Miguel Martínez			
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Cecilia Hernández	Paulina Mayela Raigosa			
11:00–11:30	<b>RECESO</b>						
11:30–12:00	TRASLADO	Estefanía C. Riviello	Héctor Gabriel Salazar	Luis Estrada G.			
12:00–12:30	<b>José Ramón Arrazola</b>	Mario Jardón Santos	Elías Sélem Ávila	<b>Max Fdez de Castro</b>			
12:30–13:00		David Alvarado Cortés	Edgar A. Velenzuela				
13:00–13:30	Miguel Pérez Gaspar	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		
13:30–14:00	Jesús A. Hernández						
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>Favio E. Miranda</b>	<b>Luz Ma. García Ávila</b>
17:00–17:30							
17:30–18:00	L. Carmen González	Víctor Torres Pérez	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
18:00–18:30	Estefanía Prieto L.	Gabriel Cacho O.					
18:30–19:00	Roberto Pichardo M.	César A. Sánchez		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>		
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>					
19:30–20:00							

### Reseña de algunas lógicas. (CDV)

José Ramón Enrique Arrazola Ramírez, Jesus Alejandro Hernandez Tello (arrazola62@hotmail.com)

Esta plática tiene como objetivo introducir al asistente en el conocimiento de algunas lógicas, como son las intermedias, algunas paraconsistentes y modales desde el punto de vista sintáctico y semántico.

### La lógica $CG_3'$ . (RI)

Miguel Pérez Gaspar, José Ramón Enrique Arrazola Ramírez, Verónica Borja Macías (miguetux@hotmail.com)

En 2008, Osorio et al. definen a la lógica  $CG_3'$  como una lógica paraconsistente y tri-valuada con valores de verdad en el dominio: 0, 1, 2 en donde 1 y 2 son los valores designados. En 2016, Borja y Pérez-Gaspar definen una semántica de tipo Kripke para  $CG_3'$  de dos maneras distintas; la primera cambiando la noción de validez y la segunda basándose en la semántica de tipo Kripke de  $G_3'$ . El propósito de esta charla es presentar una axiomatización de tipo Hilbert para  $CG_3'$ .

### Una implicación para las lógicas paraconsistentes genuinas. (RI)

Jesús Alejandro Hernández Tello, Mauricio Osorio Galindo, José Arrazola Ramírez (alheran@gmail.com)

Las lógicas paraconsistentes se definen de forma general como aquellas lógicas que rechazan el “Principio de no contradicción” (PNC), que afirma que una proposición y su negación no pueden ser verdaderas simultáneamente. Sin embargo no existe una única forma de establecer este principio, y se puede demostrar que las dos formas más aceptadas de hacerlo son independientes, esto ha conducido a la definición de lógicas que satisfacen ninguno de estos principios, las así llamadas lógicas paraconsistentes genuinas. Las investigaciones realizadas al respecto se enmarcan dentro de las lógicas trivaluadas, que incluyen además del conectivo de negación conectivos de conjunción y disyunción, sin embargo no se ha considerado un conectivo de implicación. En la charla se estudiarán algunas condiciones que se deben pedir a un conectivo binario para que sea considerado como una implicación en este tipo de lógicas con lo cual se obtienen extensiones de ellas.

**Axiomas que caracterizan a la lógica clásica.** (CDV)

Favio Ezequiel Miranda Perea (favioemp@gmail.com)

En la teoría de la prueba existen diversos sistemas deductivos determinados por la manera en que se define la negación. Por ejemplo, en la lógica minimal la negación se define como  $\neg A =_{\text{def}} A \rightarrow \perp$  donde  $\perp$  es una constante que denota falsedad o contradicción. Esta negación no tiene propiedades particulares, sino sólo aquellas demostrables a partir de su definición como una implicación particular. En la lógica intuicionista se tiene la misma definición de negación y se postula además el axioma de ex-falso o explosión  $\perp \rightarrow A$  (cualquier cosa es deducible a partir de una contradicción). Con la definición anterior de negación es posible probar algunas propiedades clásicas de la misma, como ciertas leyes de De Morgan o contrapositiva, pero no todas. Surge entonces la pregunta acerca de qué tautologías clásicas que involucran a la negación la caracterizan, es decir, qué fórmulas al tomarse como axiomas o reglas adicionales en la lógica intuicionista generan a la lógica clásica. Si bien el axioma más usual que tiene tal propiedad es la ley del tercero excluido  $A \vee \neg A$ , también existen otros, por ejemplo el axioma de estabilidad  $\neg\neg A \rightarrow A$  o la ley de Peirce. El propósito de esta plática es presentar diversos axiomas para la lógica clásica así como discutir su equivalencia formal y las ventajas y desventajas de su adopción en sistemas de deducción natural, haciendo énfasis en su utilidad para el razonamiento matemático rutinario.

**Acerca de algunos sistemas de prueba para la lógica modal.** (RI)

Lourdes del Carmen González Huesca (lugzhuesca@ciencias.unam.mx)

El estudio de diferentes lógicas modales ha permitido desarrollar sistemas de prueba particulares para llevar a cabo razonamientos y demostraciones. Estos sistemas van desde los puramente sintácticos hasta los semánticos y combinaciones de ellos. Algunos sistemas de prueba para lógicas modales, que se ha demostrado son equivalentes, son los axiomáticos o de Hilbert, sistemas de deducción natural y otros basados en el cálculo de secuentes propuesto por Gentzen. Estos sistemas han resultado ineficientes para resolver ciertos problemas haciendo que se propongan diferentes generalizaciones: display calculi, sistemas de hipersecuentes y sistemas con etiquetas (labelled systems). En esta plática revisaremos estos sistemas de prueba haciendo énfasis en sus características distintivas y comparando sus aplicaciones. Lo anterior motivado por la búsqueda de un sistema de prueba que favorezca la mecanización de pruebas mediante un demostrador de teoremas interactivo.

**Verificación formal en lógica modal.** (RT)

Estefanía Prieto Larios (estefaniaprietolarios@gmail.com)

El teorema de la deducción en lógica clásica establece que si existe una derivación de una fórmula  $B$  a partir de un conjunto de hipótesis  $G$  y una premisa adicional  $A$ , entonces es posible construir una derivación de  $A \rightarrow B$  a partir de  $G$ . En el caso particular de la lógica modal proposicional con el operador modal de necesidad el teorema de la deducción, usando sistemas axiomáticos de Hilbert, genera una problemática acerca de su correctud. Mientras que unos autores muestran que es inválido, otros dan una prueba del mismo surgiendo así una aparente contradicción. En esta plática se presentará una solución a tal problema verificando formalmente la correctud del teorema de la deducción en la lógica modal mediante el asistente de pruebas COQ (coq.inria.fr). Adicionalmente se mostrará la equivalencia del sistema axiomático de Hilbert  $S_4$  y un sistema de deducción natural, el cual resulta más útil en la práctica. Este trabajo se realiza en el marco del proyecto UNAM PAPIME PE102117.

**Algo de teoría de conjuntos en el álgebra lineal.** (CDV)

Roberto Pichardo Mendoza (odrahcip@gmail.com)

Una verificación rutinaria muestra que  $\mathbb{R}$ , el conjunto de los números reales, es un espacio vectorial sobre  $\mathbb{Q}$ , la colección de todos los números racionales. Convengamos en usar el término *base de Hamel* para referirnos a los subconjuntos de  $\mathbb{R}$  que son linealmente independientes maximales respecto a la contención directa. Algunas preguntas interesantes en este contexto son: ¿existen bases de Hamel?, ¿hay dos bases de Hamel que no sean equipotentes? Como subconjuntos de  $\mathbb{R}$ , ¿qué tan extrañas pueden ser las bases de Hamel? Por ejemplo, ¿hay alguna que no sea Lebesgue medible? ¿alguna que no tenga la propiedad de Baire? Durante la charla hablaremos de las respuestas a estas preguntas y de algunos otros resultados que muestran la influencia de la teoría de conjuntos en el álgebra lineal.

**Álgebra de Boole, aliadas en construcciones.** (CDV)

Fernando Hernandez Hernandez (fhernandez@fismat.umich.mx)

En la charla se ilustrará con ejemplos la utilidad que tienen las álgebras de Boole en diferentes construcciones tanto conjuntistas como topológicas.

**Familias independientes y ultrafiltros.** (RT)

*Estefanía del Carmen Riviello Rodríguez* (e\_riviello@ciencias.unam.mx)

En esta plática, definiremos a las familias independientes en un álgebra de Boole y exploraremos estos objetos matemáticos. Principalmente veremos cómo se utilizan estas familias para obtener información de los ultrafiltros de un álgebra booleana infinita y completa, que en consecuencia nos da información acerca del espacio de Stone de dicha álgebra booleana.

**La complejidad de los órdenes parciales bien fundados.** (RT)

*Mario Jardón Santos* (dantiam@ciencias.unam.mx)

Un orden parcial bien fundado es aquel en el que no existen cadenas infinitas descendentes. Visto como un conjunto (una relación) todo orden parcial bien fundado  $<$  sobre cierto conjunto  $M$  es la intersección de un conjunto de buenos órdenes sobre  $M$ . El mínimo cardinal necesario para un conjunto tal de buenos órdenes será llamado la complejidad del conjunto ordenado  $(M, <)$ . Este concepto es análogo al concepto de dimensión de un orden parcial (que está definido, por ejemplo, en el libro *Ordered sets* de Egbert Harzheim) y sin embargo resulta ser distinto a él. Se darán algunos resultados que relacionen la complejidad de un conjunto con un orden parcial bien fundado con sus características, como lo pueden ser la cardinalidad de sus cadenas y anticadenas, así como su altura.

**Introducción a la Teoría de Ramsey.** (CDV)

*David Alvarado Cortés, Iván Martínez Ruiz* (david.alv.c@gmail.com)

La Teoría de Ramsey abarca resultados en torno a la Teoría de Conjuntos y dentro de ella en la combinatoria infinita. En esta plática se presentarán las ideas necesarias para adentrarse en ella, se revisaran resultados y conceptos pertenecientes a su estudio y se observaran algunas aplicaciones en diversas áreas de la matemática enfocándose en el entendimiento de los tópicos de interés.

**Argumentos de forcing para dos teoremas tipo Ramsey.** (CDV)

*Luz María García Ávila* (luz.garcia@udlap.mx)

El principio de las casillas en su versión infinita dice que para cada partición finita del conjunto de números naturales, existe un conjunto infinito de números naturales que está incluido en una misma clase. El Teorema de Ramsey puede ser pensado como una generalización del principio anterior y dice que para cada partición finita del conjunto conformado por subconjuntos de naturales de tamaño  $k$ , existe un subconjunto infinito de naturales  $M$  tal que todos los subconjuntos de  $M$  de tamaño  $k$  pertenecen a la misma clase. Al conjunto  $M$  se le conoce como el conjunto homogéneo de la partición. En esta charla mostraremos pruebas de los teoremas de Ramsey y Hindman encontrando los correspondientes conjuntos homogéneos usando un argumento de forcing.

**Un salto al infinito: La conjetura de Rado y propiedades de árbol.** (CI)

*Victor Torres Pérez* (victor.torres@tuwien.ac.at)

Es bien sabido que el infinito matemático se comporta de manera diferente. Por ejemplo, la suma y multiplicación de dos cardinales infinitos es trivial, ya que es igual al más grande de los dos. Sin embargo, otras operaciones, como la potenciación dio lugar al famoso primer problema de Hilbert de 1900 en París: ¿Hay algún conjunto de tamaño intermedio entre los naturales y los reales, que tienen el tamaño de  $2$  elevado al cardinal de los naturales? Los trabajos de Gödel y Cohen mostraron que esta afirmación es independiente de los axiomas tradicionales de las matemáticas. Recientemente hemos estudiado un principio combinatorio llamado la Conjetura de Rado. Rado demostró que dada una familia de intervalos de un orden lineal puede ser coloreado de  $n$  colores de tal manera que dos intervalos distintos pero del mismo color son disjuntos, si y solamente si toda subfamilia de tamaño  $n + 1$  admite una coloración similar. La conjetura de Rado (RC) afirma algo similar para el primer cardinal infinito. Esto es, dada una familia de intervalos de un orden lineal puede ser coloreado con un número infinito contable de colores de tal manera que dos intervalos distintos pero del mismo color son disjuntos, si y solamente si toda subfamilia de tamaño el primer cardinal no numerable admite una coloración similar. Todorćević demostró que RC es consistente vía un gran cardinal, y además que es necesario asumir un gran cardinal para asumir su existencia. Además RC tiene consecuencias, similar a axiomas modernos de la Teoría de Conjuntos (por ejemplo MM o PFA), como es acotar el tamaño del continuo, la Hipótesis del Cardinal Singular, ciertos principios de reflexión, etc. Además, RC tiene la particularidad de implicar la negación de MM o PFA. Hablaremos también de trabajos recientes que involucran la relación de RC y su relación con las propiedades del árbol, es decir, cuándo cierto árbol de altura infinita, admite una rama maximal. A pesar de la profundidad de los resultados, su presentación es de fácil enunciación, la cual la accesible para un público amplio, desde estudiantes a mitad de la carrera de matemáticas, hasta investigadores que pudieran estar interesados en el tema.

**Grietas de Hausdorff y dónde encontrarlas** (RT)

*Gabriel Cacho Ocampo* (Cachoacampo@ciencias.unam.mx)

Una grieta de Hausdorff es como un *hoyo* en un orden. Para probar la completud de  $\mathbb{R}$  se prueba que para cualquier familia numerable de intervalos cerrados y anidados  $[a_n, b_n]$  la intersección es no vacía. En ese caso, podemos considerar las sucesiones de extremos

izquierdos y derechos de esos intervalos:  $(a_n)_{n \in \omega}$  y  $(b_n)_{n \in \omega}$ . Estas cumplen que para cada  $m > n$  naturales  $a_n < a_m < b_m < b_n$ . De manera muy similar, si denotamos como  $\omega_1$  al conjunto de todos los números finitos y numerables i.e. el primer número no numerable: para un orden  $(A, <)$  decimos que la pareja de sucesiones:  $(a_\xi)_{\xi \in \omega_1}, (b_\xi)_{\xi \in \omega_1}$  en  $A$  es una *grieta de Hausdorff* si cumple que para cualesquiera  $\alpha < \beta$  contables:  $a_\alpha < a_\beta < b_\beta < b_\alpha$ , y que no exista  $c \in A$  tal que  $a_\alpha < c < b_\alpha$  para todo  $\alpha$  contable. En 1908 Félix Hausdorff demostró que en  $\mathcal{P}(\omega)/\text{fin}$  existe una grieta de Hausdorff, donde  $\mathcal{P}(\omega)/\text{fin}$  es el conjunto de clases de equivalencia módulo la igualdad salvo por un conjunto finito y el orden es la contención. Para otros conjuntos  $\mathcal{J} \subseteq \mathcal{P}(\omega)$  que llamamos *ideales* podemos definir analogamente  $\mathcal{P}(\omega)/\mathcal{J}$  como el conjunto de clases de equivalencia módulo la igualdad salvo por un elemento de  $\mathcal{J}$  y el orden también la contención propia. ¿Para cuáles otros ideales  $\mathcal{J} \subseteq \mathcal{P}(\omega)$  el orden  $\mathcal{P}(\omega)/\mathcal{J}$  tiene una grieta de Hausdorff? K. Mazur en 1989 propone un exitoso enfoque topológico para dar una respuesta a este problema. Considerar a  $\mathcal{P}(\omega)$  con la topología del conjunto de Cantor, entonces los ideales  $\mathcal{J}$  topológicamente simples (cerrados,  $F_\sigma$ , borel, etc.)  $\mathcal{P}(\omega)/\mathcal{J}$  garantizan que exista una grieta de Hausdorff en  $\mathcal{P}(\omega)/\mathcal{J}$ . El objetivo de esta charla es contextualizar el problema de una manera amena y discutir el mejor resultado que tenemos hasta ahora: los órdenes asociados a ideales analíticos tienen grietas de Hausdorff (S. Todorcević, 2000).

**Medida y categoría: Un enfoque conjuntista.** (RT)

César Alejandro Sánchez Arévalo, Roberto Pichardo Mendoza (sannhet@live.com.mx)

La negación de la hipótesis del Continuo dio pie al estudio de los cardinales característicos del Continuo, dichos cardinales están relacionados con los subconjuntos de medida cero de la recta real y los subconjuntos magros de los reales. Los cardinales característicos del Continuo se pueden comparar entre sí mediante desigualdades de cardinalidad, a la colección de las mismas se le denomina Diagrama de Cichon. En el trabajo se presenta una forma sistemática de probar éstas desigualdades por medio de la construcción de estructuras matemáticas cuyas normas nos otorguen los cardinales y funciones entre éstas nos brinden las desigualdades deseadas, al estudio de las estructuras mencionadas se le denomina Teoría de Galois – Tukey.

**Cardinales desdoblables fuertes y compacto debiles.** (CI)

Luis Miguel Villegas Silva, Franqui Cardenas Poloche (villegas63@gmail.com)

Un resultado bien conocido afirma que cualquier cardinal medible que sea límite de cardinales compacto fuertes, también es compacto fuerte. Dado que los cardinales desdoblables presentan cierta analogía con los cardinales compacto fuertes, es natural preguntarse si un resultado similar ocurre para este tipo de cardinales. En esta plática bosquejaremos la demostración del teorema: todo cardinal compacto débil límite de desdoblables fuertes es desdoble fuerte.

**Sobre  $\aleph$ -estacionarios y cardinales  $\aleph$ -reflejantes..** (CI)

Salvador Mancilla Hernández (salvador\_mank@hotmail.com)

Introducir el concepto de  $\aleph$ -estacionario dado por el profesor Joan Bagaria, y esbozar dos pruebas acerca de cardinales  $\aleph$ -reflejantes. La primera de ellas es que: Si  $\kappa$  es un cardinal  $\aleph$ -reflejante en el universo  $V$ , entonces éste es un cardinal  $\aleph$ -reflejante en  $L$ . Y la segunda de ellas es que: Si es consistente de que hay un cardinal  $\aleph$ -reflejante, entonces hay una extensión genérica que preserva  $\kappa$  y tal que  $\kappa$  es un cardinal  $(2, \omega)$ -Mahlo en tal extensión genérica.

**Resultados de consistencia relativa en torno al problema de transferencia cardinal gap-1.** (RT)

Edgar García Meneses (hedgarciam@gmail.com)

En esta plática describimos el estado actual del problema de transferencia cardinal llamado gap-1 para cardinales regulares. Esencialmente nos enfocaremos en qué condiciones falla la transferencia para un caso particular. Con este fin describimos un forcing que permite responder a esta pregunta, dando lugar a la equiconsistencia de dos teorías: la falla del problema de transferencia cardinal y la de la existencia de un cardinal inaccesible. En la plática presentaremos las ideas fundamentales involucradas, así como un panorama de los métodos necesarios para la solución.

**Cardinales Jónsson y un teorema de Mitchell.** (RI)

Cecilia Hernández Domínguez (ceciliahd@xanum.uam.mx)

Mitchell [1] prueba que si  $A \subset \kappa$ , y  $\kappa$  es un cardinal regular innumerable, entonces  $L_\kappa[A]$  es un álgebra de Jónsson, o de manera equivalente,  $\kappa$  no es un cardinal Jónsson. A saber, un álgebra de Jónsson es un álgebra que no tiene ninguna subálgebra de la misma cardinalidad, y un cardinal es Jónsson si no existen álgebras de Jónsson de dicha cardinalidad. En esta plática proporcionamos una demostración completa y correcta de este resultado, diferente a la brindada por Mitchell, apelando a la construcción de una ultrapotencia.

**Bibliografía:** [1] W. J. Mitchell, *Jónsson Cardinals, Erdős Cardinals, and the Core Model*. The Journal of Symbolic Logic 64, no. 3 (1999), 1065–086.



**Compacidad débil y sutil en teoría de módulos.** (CI)

Héctor Gabriel Salazar Pedroza, Juan Antonio Nido Valencia, Luis Miguel Villegas Silva (hg.salazar@ugto.mx)

El estudio de  $R$ -módulos  $\kappa$ -“libres”, es decir,  $R$ -módulos con la propiedad de que “la mayoría de sus submódulos” generados por menos que  $\kappa$  elementos son “libres”, ha demostrado ser una herramienta de teoría de conjuntos muy útil en el estudio de algunas clases de módulos. Las investigaciones han sido principalmente enfocadas en determinar para cuáles cardinales  $\kappa$  y cuáles anillos  $R$  se cumple que  $\kappa$  tiene la propiedad de compacidad para  $R$ . Con esto nos referimos a determinar si todo  $R$ -módulo  $\kappa$ -“libre”  $< \kappa$ -generado es “libre”. En la anterior edición del congreso mostramos que si  $\kappa$  no es un cardinal compacto débil, podemos construir un  $R$ -módulo  $\kappa$ -localmente proyectivo de cardinalidad  $\kappa$  que no es localmente proyectivo. Ahora complementamos este resultado al mostrar que si  $\kappa$  es un cardinal compacto débil y  $R$  es un dominio de ideales principales, entonces todo  $R$ -módulo  $\kappa$ -localmente proyectivo de cardinalidad  $\kappa$  es localmente proyectivo. Además se mostrará compacidad para las clases de módulos  $\kappa$ -libres,  $\kappa$ -sin torsión y  $\kappa$ -localmente proyectivos cuando  $\kappa$  es un cardinal sutil.

**Cómo construir  ${}^{**}\mathbb{R}$ ,  ${}^{***}\mathbb{R}, \dots, {}^{****}\mathbb{R}$ , en 1993.** (CI)

Eliás Sélem Ávila (eselem16@hotmail.com)

Una de las condiciones para construir los hiperreales  ${}^*\mathbb{R}$ , con sucesiones  $(a_n)$  de reales, es que si  $a_n \rightarrow 0$ ,  $[(a_n)]$  sea un infinitesimal; esto se consigue con cualquier ultrafiltro  $U$  que contenga al filtro de Fréchet  $\mathcal{F} = \{A \subset \mathbb{N} : A^c \text{ finito}\}$ ; pues para cualquier real positivo  $\tau$ ,  ${}^*\tau = [(r, r, r, \dots)]$  y  $a_n \rightarrow 0$ ,  $A = \{n \in \mathbb{N} : a_n < \tau\}$  es cofinito, luego  $A \in \mathcal{F} \subset U$ , y  $[(a_n)]$  es un infinitesimal. Al intentar construir  ${}^{**}\mathbb{R} = {}^*\mathbb{R}^{\mathbb{N}}/U$  (con  $\mathcal{F} \subset U$ ) se tiene el inconveniente de que sucesiones como  $(1/n)_{n \in \mathbb{N}}$ , satisfacen que  $1/n \rightarrow 0$ , pero  $A = \{n \in \mathbb{N} : 1/n < \tau\}$  y  $A^c = \{n \in \mathbb{N} : 1/n \geq \tau\}$ , son del mismo cardinal ( $\aleph_1$ , bajo H.C.), si  $\tau$  es cualquier infinitesimal. Esto impide decidir si  $A$  o  $A^c$  está en el ultrafiltro  $U$ ; situación que lleva a que este campo sea isomorfo a  ${}^*\mathbb{R}$ , fracasando el intento de construir una extensión propia de mayor cardinal. La solución de esta situación, requirió de la construcción de un ultrafiltro  $U$  que contenga al filtro  $\mathcal{A} = \{A \subset \mathbb{N} : A^c \text{ acotado}\}$ . Así,  ${}^{**}\mathbb{R} = {}^*\mathbb{R}^{\mathbb{N}}/U$ , (con  $\mathcal{A} \subset U$ ), es un campo extensión propia de  ${}^*\mathbb{R}$  de cardinal  $\aleph_2$ , mientras que la construida usando el filtro de Fréchet no lo es. El hallazgo del filtro coacotado, que además sirve para la construcción de la primera extensión de  $\mathbb{R}$  a  ${}^*\mathbb{R}$  y para  ${}^{**}\mathbb{R}, {}^{***}\mathbb{R}, \dots, {}^{****}\mathbb{R}$ , fue hecho con base en una reinterpretación adecuada de los conceptos de infinitésimo, finito e infinito como relativos, a diferencia de su interpretación generalizada como conceptos absolutos. v.g. Un infinitésimo  $\tau \in {}^*\mathbb{R}$ , lo es respecto a  $\mathbb{R}$ , pero en  ${}^{**}\mathbb{R}$ , pasa a ser sólo finito, pues existen en  ${}^{**}\mathbb{R}$  números entre cero y los hiperreales positivos; situaciones similares se dan para los elementos finitos e infinitos de cualquier  ${}^n\mathbb{R}$ . Una vez hecha esta adecuación, queda claro que en cualquier  ${}^n\mathbb{N}$ , un subconjunto  $A$  es finito si y solo si es acotado, lo que es la clave para la construcción de la familia de extensiones, que llevan a situaciones inauditas.

**Una condición necesaria para la existencia de cero sostenido.** (CDV)

Edgar Alonso Velenzuela (gar\_ed\_93@hotmail.com)

Seguendo el artículo de Silver: On indecomposable ultrafilters and zero sharp, se presentan los ultrafiltros no desmontables (indecomposables) y se ve que dada la existencia sobre un inaccesible fuerte se desprende la existencia de una clase cofinal  $C$  de indiscernibles, para el universo construible de Gödel, tales que cada definible lo es en términos de elementos de dicha clase, es decir  $0\#$ .

**Estabilidad generalizada y anillos pseudofinitos.** (CI)

Ricardo Isaac Bello Aguirre (richo.b01@gmail.com)

Desde la mitad de los años 1960's con el trabajo de Morley y Shelah inicia el estudio de un importante objetivo de la Teoría de Modelos, diferenciar entre teorías de primer orden “salvajes” y “dóciles”, naciendo así la Teoría de la Clasificación y la Teoría de Estabilidad. Inicialmente las teorías eran separadas tomando en cuenta la cantidad de modelos no isomorfos de una dada cardinalidad. Posteriormente, características deseables de las teorías estables, o “dóciles”, fueron estudiadas en teorías de estructuras no estables, iniciando así el estudio de generalizaciones de la condición de estabilidad. En particular, se inició el estudio de las teorías simples, dependientes y después de teorías sin la propiedad del árbol del segundo tipo. Desde la perspectiva de la estabilidad generalizada es interesante conocer que propiedades son satisfechas por estructuras matemáticas, un tipo interesante de estructuras en este contexto es el de estructuras pseudofinitas, es decir, modelos infinitos de la teoría común de una clase de estructuras finitas. Uno de los ejemplos mejor conocidos es el de campos pseudofinitos, es decir, campos infinitos que satisfacen la teoría común de todos los campos finitos. En el panorama de la estabilidad generalizada estos campos pseudofinitos se encuentran entre las estructuras con teoría supersimple de rango 1. En esta ponencia se presenta una introducción a la teoría de estabilidad generalizada y se presenta la reciente clasificación de ultraproductos de anillos residuales de la forma  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$  en términos de estabilidad generalizada. Este resultado contribuye al inicio del estudio de la teoría de modelos de los anillos pseudofinitos.

**Módulos (Aleph 1)-proyectivos y condiciones Mittag-Leffler. (CI)**

Juan Antonio Nido Valencia (nido.juan@gmail.com)

La nueva teoría de los módulos casi libres sustentada en los métodos conjuntistas de Shelah, Ekloff y Mekler ha rebasado el entorno de los grupos abelianos y se aplica actualmente a la teoría de módulos sobre anillos no perfectos, gracias a lo cual se dispone de una rica variedad de métodos conjuntistas que permiten acceder a una comprensión más profunda de los módulos (planos) de Mittag-Leffler. En forma recíproca, los módulos (Aleph 1)-proyectivos pueden ser estudiados desde la perspectiva del funtor producto tensorial.

**Generalizando clubs y estacionarios. (RT)**

Jesús Miguel Martínez Camarena, Roberto Pichardo Mendoza (miguel.martinez@ciencias.unam.mx)

Dado cualquier orden total  $X$ , se puede definir una topología asociada (o generada) por su orden a la cual conocemos como topología del orden. Así, es natural preguntarnos por la topología de los buenos ordenes, que bajo el Axioma de Elección no son otra cosa que los números ordinales. En un ordinal límite podemos hablar entonces de subconjuntos cerrados y no acotados que amenamente conocemos como clubs (del inglés, Closed Unbounded). Más aún, un subconjunto es conocido como estacionario si este cumple la propiedad de intersecar a todo club. Existen varios famosos resultados en el ámbito de los clubs y estacionarios (como lo son los lemas diagonal y de Fodor). En esta plática, construiremos una generalización a dichos conceptos y sus resultados clásicos. Estas generalizaciones son muy bellas y caracterizan a la clase de nociones de forcing conocidas como proper, permitiéndonos así trabajar con el reforzamiento del Axioma de Martin conocido como Proper Forcing Axiom (PFA).

**Las Semánticas algebraicas como herramientas para la solución de problemas filosóficos. El caso de la semántica de R. (RI)**

Paulina Mayela Raigosa Gomez (pmraigosa@hotmail.com)

Si bien es un hecho que un sistema de lógica puede tener más de una semántica, existe la idea de que al proporcionar a un sistema sintáctico una semántica algebraica será más sencillo comparar al sistema completo con otros sistemas. Blok y Pigozzi señalan que "cuando una lógica es algebraizable, el poder de los métodos del algebra moderna pueden ser usados para su investigación, y esto ha tenido una profunda influencia en el desarrollo de estas lógicas" (Pigozzi, W. J. y Blok, Don, 1989, pág. 1) Durante muchos años los lógicos de la relevancia se enfrentaron al problema de proporcionar una semántica a sus sistemas sintácticos. Una vez logrado este objetivo, surgió un nuevo problema a resolver: se criticó a los relevantistas por proporcionar semánticas que, al igual que la sintaxis, eran realmente una pila de matemáticas sin un verdadero valor semántico. La principal crítica a este respecto es que las semánticas no tienen realmente una interpretación que conecte al sistema con el lenguaje ordinario. Para responder a dicha crítica se comenzó a hablar sobre las semánticas relevantes en términos del flujo de la información, argumentando que la relevancia y el flujo de la información están conectados de alguna manera. Sin embargo, dicha conexión no es del todo clara. El objetivo de la presentación será usar métodos algebraicos para clarificar la relación que existe entre ambos conceptos. Consideraré el álgebra del sistema de lógica relevante  $R$  y la de la semántica de situaciones y haré un mapeo entre ellas, esto con la finalidad de probar que el álgebra de  $R$  está contenida en el álgebra de semántica de situaciones, es decir, que la relevancia es un constreñimiento del flujo de información. Estos resultados no sólo permitirán aclarar un poco más la relación entre relevancia y flujo de información, relación expuesta por Greg Restall (1996) y Mares (1996, 2010) entre otros, sino la naturaleza de la relevancia en sí. Esto pretende ser una solución al problema de la interpretación filosófica de la semántica de las lógicas relevantes que ha permanecido desde Routley y Meyer (1973) hasta nuestros días.

**Referencias:** Mares, E. (1997). Relevant Logics and the Theory of Information. *Synthese*(109), 345–360. Mares, E. (2010). The Nature of information: a relevant approach. *Synthese*(175), 111–132. Pigozzi, W. J. Blok and Don. (1989). Algebraizable logics. Rhode Island, U.S.A.: American Mathematical Society. Restall, G. (1996). Information flow and relevant logics. En J. S. Westerstahl, *Logic, Language and Computation* (págs. 463-477). Stanford: CSLI Publications. Routley, Richard & Meyer, Robert K. (1973). The Semantics of Entailment. *Studies in Logic and the Foundations of Mathematics*, 68, 199–243.

**Acerca de la prueba de solidez de la aritmética inconsistente. (CI)**

Luis Estrada González (loisayaxsegrob@gmail.com)

Existe la creencia más o menos generalizada de que no se puede probar la solidez de la aritmética inconsistente de Priest en la teoría misma, so pena de trivialidad por el teorema de Löb. (Registros escritos de esta creencia son "Dialethic truth theory", de Federico Marulanda, e "Inconsistency and incompleteness, revisited", de Stewart Shapiro.) En esta plática mostraré que esas críticas son infundadas, pues el teorema de Löb no vale para la aritmética de Priest. Se necesitarían, pues, otros argumentos para probar que en la aritmética de Priest no se puede probar su propia solidez.

**Dedekind y los Fundamentos de las Matemáticas. (CI)**

*Max Fernández de Castro Tapia (xamf\_mx@yahoo.com)*

En la plática revisaremos las importantes contribuciones de Richard Dedekind a la constitución de la matemática del siglo XX, en particular en el terreno de la fundamentación. Entre ellas están a) su teoría de conjuntos, que tiene como conceptos básicos los de “sistema” y “aplicación”, su definiciones genética y axiomática de “número natural” basada en la noción de “cadena” y de sistema infinito, b) su definición del continuo por cortaduras que compararemos con otras publicadas casi simultáneamente y que permite por vez primera demostrar teoremas elementales del análisis, c) la concepción original que tiene Dedekind del continuo matemático en relación al espacio perceptual y al euclidiano; d) la introducción de una conciencia metamatemática que lo lleva a la demostración de los teoremas de inducción y recursión para números naturales, así como teoremas de categoricidad, mucho antes de la constitución de la teoría de modelos. Finalmente será cuestión de algunas posiciones filosóficas (logicismo y estructuralismo) atribuidas a Dedekind.

---



# Matemática Discreta

Coordinador: Ana Paulina Figueroa Gutiérrez  
 Lugar: Yelizcalli “106”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Eugenia O’Reilly	Eduardo Rivera C.	Mika Olsen
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Francisco J. Zaragoza	Ruy Fabila Monroy	Juan J. Montellano	Mucuy-kak Guevara
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Juan Antonio Vega	Enrique Casas B.	Luis B. Morales
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	TRASLADO	Ilán A. Goldfeder	Ana Laura Trujillo	Fernando Contreras	Julian A. Fresan
12:00–12:30	Adriana Hansberg	Pedro A. Antonio	Criel Merino López	Ludwin Ali Hdez	Rafael Villarroel (Minicurso)
12:30–13:00		Ricardo Strausz		Antonio de J. Torres	
13:00–13:30	Gabriela Araujo	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Christian Rubio				
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	Adrian Vázquez	Joel A. Trejo	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
17:30–18:00	Alejandro Contreras	Efrén Morales			
18:00–18:30	César Hernández C.	Diego A. González	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:30–20:00					

**Subgráficas balanceadas en bicoloraciones de gráficas completas.** (CI)  
 Adriana Hansberg, Yair Caro, Amanda Montejano (ahansberg@im.unam.mx)

En esta plática, mostraremos que, para ciertas gráficas y para  $n$  suficientemente grande, podemos garantizar la existencia de una copia balanceada (es decir, con igual número de aristas de cada color) en cualquier bicoloración de las aristas de la gráfica completa  $K_n$  con tan solo exigir que haya al menos cierto número de aristas de cada color en dicha bicoloración.

**Diseños para colorear completamente.** (CI)  
 Martha Gabriela Araujo Pardo, Juan Carlos Diaz Patiño, Christian Rubio Montiel (gabyaraujop@gmail.com)

Una coloración de los vértices de una gráfica es completa si para cualesquiera dos colores hay una arista que los contenga y es propia si no hay aristas monocromática. En esta plática les contaremos acerca de las coloraciones completas de las Gráficas de Kneser y como los diseños nos ayudan en esta tarea.

**El 4-cuello-grosor de la gráfica completa.** (CI)  
 Christian Rubio Montiel (ok.rubio@gmail.com)

Definimos el 4-cuello-grosor  $\theta(4, G)$  de una gráfica  $G$  como el número mínimo de subgráficas planas de cuello al menos 4 cuya unión es  $G$ . Mostraremos que el 4-cuello-grosor de la gráfica completa de  $n$  vértices es el techo de  $(n + 2)/4$  si  $n$  es distinta de 6; y en el caso de  $n = 6$  el valor es 3.

**Sobre la longitud de las cuerdas isópticas de figuras convexas.** (CI)  
 Jesús Jerónimo Castro, Carlos Yee Romero (jesusjero@hotmail.com)

Sea  $K$  un disco de diámetro  $w$  en el plano y sea  $\alpha$  un número en el intervalo  $(0, \pi)$ . Entonces las cuerdas de  $K$ , tales que las tangentes en sus extremos se interceptan en un ángulo  $\alpha$ , tienen longitud  $w \cdot \cos(\alpha/2)$ . En 1951, J.W. Green probó que toda figura convexa

de ancho mínimo  $w$  posee al menos una cuerda tal que las tangentes en sus extremos se interceptan en ángulo  $\pi/2$  y tiene longitud mayor o igual que  $w/\sqrt{2}$ . En esta plática mostraremos la siguiente extensión del Teorema de Green: Sea  $K$  una figura convexa en el plano de ancho mínimo  $w$  y sea  $\alpha$  un número en el intervalo  $(0, \pi)$ , entonces  $K$  posee al menos una cuerda tal que las tangentes en sus extremos se interceptan en ángulo  $\alpha$  y tiene longitud mayor o igual que  $w \cdot \cos(\alpha/2)$ .

#### **Dominación, cubiertas y 2-acoplamientos en gráficas.** (CI)

*Adrian Vázquez Avila, Carlos Alfaro Montufar, Christian Rubio Montiel (pare\_23@hotmail.com)*

Un conjunto dominante en una gráfica  $G$  es un conjunto  $D \subseteq V(G)$  tal que todo vértice de  $G$  está en  $D$  o es adyacente a algún vértice de  $D$ . El número de dominación de  $G$ ,  $\gamma(G)$ , es la cardinalidad más pequeña entre todos los conjuntos dominantes de  $G$ . Una cubierta en una gráfica  $G$  es un conjunto  $T \subseteq V(G)$  tal que cada arista de  $G$  es incidente en al menos un vértice de  $T$ . El número de cubierta de  $G$ ,  $\beta(G)$ , es la cardinalidad más pequeña entre todas las cubiertas de  $G$ . Un 2-acoplamiento de una gráfica  $G$  es un conjunto  $R \subseteq E(G)$  tal que cualesquiera tres aristas de  $R$  no son incidentes a un mismo vértice. El número de 2-acoplamiento,  $\nu_2(G)$ , es la cardinalidad más grande entre todos los 2-acoplamientos de  $G$ . Se puede probar

$$\gamma(G) \leq \beta(G) \text{ y } \lceil \nu_2(G)/2 \rceil \leq \beta(G) \leq \nu_2(G) - 1,$$

En esta plática presentaré una caracterización de gráficas simples y conexas que cumplen  $\beta(G) = \nu_2(G) - 1$ ,  $\beta(G) = \lceil \nu_2(G)/2 \rceil$  y  $\gamma(G) = \nu_2(G) - 1$ .

#### **Ciclos Hamiltonianos Alternantes en Multigráficas 2-coloreadas.** (CI)

*Alejandro Contreras Balbuena, Hortensia Galeana Sánchez, Ilán A. Goldfeder (xion\_alejandro@hotmail.com)*

En una multigráfica 2-coloreada, una trayectoria (respectivamente ciclo) es alternante si cualesquiera dos aristas consecutivas tienen colores distintos. Mas aun, una trayectoria (resp. un ciclo) es Hamiltoniano si contiene a todos los vértices de la gráfica. El problema de determinar la existencia de trayectorias y ciclos Hamiltonianos en multigráficas 2-coloreadas es un problema NP-completo y ha sido estudiado diversos autores. Aunque las condiciones conocidas para la existencia de ciclos Hamiltonianos alternantes resultan ser condiciones globales sobre el número y estructura de las aristas en  $G$  (como por ejemplo que sean bipartitas completas, o bipartitas y  $r$ -regulares), ambas resultan ser un poco restrictivas sobre la gráfica. Una multigráfica 2-coloreada decimos que es 2-M-cerrada si para cualquier 2-trayectoria monocromática ( $P = (x, y, z)$ ) existe una arista entre el vértice  $x$  y el vértice  $z$ . En esta plática caracterizamos a las multigráficas 2-M-cerradas que tienen ciclo Hamiltoniano alternante.

#### **Caracterizando gráficas mediante subestructuras prohibidas.** (CDV)

*César Hernández Cruz (japo@ciencias.unam.mx)*

Se dice que una propiedad  $P$  en teoría de gráficas es hereditaria si para cualquier gráfica que cumpla  $P$ , se tiene que todas sus subgráficas inducidas también cumplen  $P$ ; por ejemplo, "no tener ciclos" es una propiedad hereditaria, mientras que "ser conexa" no lo es. Por definición, cualquier gráfica con un solo vértice cumple cualquier propiedad hereditaria, por lo tanto, cualquier gráfica  $G$  que no tiene la propiedad hereditaria  $P$  debe contener una subgráfica  $H$  tal que no cumpla la propiedad  $P$ , pero tal que toda subgráfica inducida de  $H$  sí la cumpla; llamamos a  $H$  una obstrucción mínima para  $P$ . Claramente, si una gráfica no contiene obstrucciones mínimas para  $P$  ésta debe de cumplir la propiedad  $P$ : por ejemplo, las obstrucciones mínimas para la propiedad "ser bipartita" son exactamente los ciclos de longitud impar, por lo tanto, una gráfica que no contiene ciclos inducidos de longitud impar, es necesariamente bipartita. En esta ponencia revisaremos algunas familias interesantes de gráficas que pueden caracterizarse mediante un conjunto de obstrucciones mínimas fácil de reconocer. También hablaremos sobre una forma alternativa de caracterizar propiedades hereditarias utilizando un orden parcial sobre el conjunto de vértices de una gráfica.

#### **Horarios de trenes con consumo de energía eficiente.** (CI)

*Francisco Javier Zaragoza Martínez, Rodrigo Alexander Castro Campos, Sergio Luis Pérez Pérez, Gualberto Vazquez Casas (franz@correo.azc.uam.mx)*

En todas las redes de transportación ferroviaria eléctrica, la compañía ferroviaria debe pagarle a la compañía eléctrica el consumo de energía correspondiente. Adicionalmente, la compañía ferroviaria debe pagar un monto adicional proporcional al pico de consumo promedio de energía de acuerdo al contrato (por ejemplo, promedios cada quince minutos a lo largo del día). De modo que pueda disminuir sus gastos la compañía ferroviaria tiene la libertad de modificar ligeramente los horarios de los trenes (sujeto a diferentes restricciones de seguridad y conexiones de pasajeros). Además, la compañía ferroviaria puede aprovechar que los trenes producen energía eléctrica al frenar y esta se puede transmitir a otros trenes que la necesiten. En esta plática presentaremos un modelo de programación entera mixta para este problema (así como un modelo modificado) que nos permitió resolver casi a optimalidad las diez instancias propuestas en el Discrete Optimization Challenge 2015 propuesto por la Universidad de Erlangen y Núremberg en Alemania y, de esta manera, ganar dicho concurso. Este es un trabajo conjunto entre los alumnos Rodrigo Alexander Castro Campos, Sergio

Luis Pérez Pérez y Gualberto Vazquez Casas del Posgrado en Optimización y Francisco Javier Zaragoza Martínez del Departamento de Sistemas (todos ellos en la UAM Azcapotzalco).

**Descomposiciones de gráficas completas en ciclos. (CDV)**

*Ilán Abraham Goldfeder Ortiz (ilan.goldfeder@gmail.com)*

En esta charla abordaré el problema de la descomposición de gráficas completas en ciclos, una perspectiva histórica y de qué formas lo hemos abordado.

**Multicomplejos extremales. (CI)**

*Pedro Alberto Antonio Soto, Criel Merino López (dpaas10@gmail.com)*

Un multicomplejo es un conjunto  $M$  de monomios que satisface: si  $m$  y  $n$  son dos monomios tales que  $n$  divide a  $m$  y  $m$  está en  $M$ , entonces  $n$  está en  $M$ . Un multicomplejo puro se dice que es puro cuando los elementos maximales son todos del mismo grado. En esta plática discutiremos cual es el menor número de elementos maximales que puede tener un multicomplejo para que pueda ser puro, a estos multicomplejos los llamamos extremales.

**Digraficas de expresión genética. (CDV)**

*Ricardo Strausz (dino@math.unam.mx)*

Vía un ejemplo específico, exploraremos un area de aplicación de las gráficas a la biología contemporánea.

**Amalgamaciones de dos órbitas. (CI)**

*José Collins Castro, Isabel Hubard (jcollins.aleph.zero@gmail.com)*

Una amalgamación de los  $n$ -politopos  $\mathcal{P}_1$  y  $\mathcal{P}_2$  es un  $(n+1)$ -politopo abstracto  $\mathcal{P}$  con facetas isomorfas a  $\mathcal{P}_1$ , figuras de vértice isomorfas a  $\mathcal{P}_2$  y cuyo grupo de automorfismos induce exactamente dos órbitas en banderas. En esta charla, veremos algunas de las propiedades básicas de la clase de politopos de dos órbitas y presentaremos un criterio para la existencia de algunas clases de amalgamaciones de dos órbitas.

**Diseño de algoritmos distribuidos para el conjunto independiente fuerte. (CI)**

*Joel Antonio Trejo Sánchez (joel.trejo@cimat.mx)*

Dado un grafo  $G = (V, E)$  un subconjunto  $S$  de  $V$  es un conjunto independiente fuerte (CIF) (2-packing en inglés) si dados dos elementos  $u, v$  de  $S$ , existen al menos tres aristas entre  $u$  y  $v$ . Se dice que un CIF  $S$  es maximal, si no existe un CIF  $S'$ , tal que  $S$  es subconjunto de  $S'$ . En particular, al CIF maximal de cardinalidad máxima, se le conoce como CIF máximo. Hochbaum y Shmoys [1] demostraron que encontrar un CIF de cardinalidad máxima pertenece a la clase de problemas NP-difícil. En contraparte, diseñar algoritmos voraces para encontrar un CIF maximal es trivial en el contexto secuencial. Sin embargo, en el contexto de los algoritmos distribuidos, se requieren estrategias mucho más sofisticadas para encontrar un CIF maximal, ya que cada vértice del grafo solo puede ver información de sus vecinos inmediatos. En esta charla, se explica la estrategia que se utiliza para diseñar algoritmos distribuidos para dos topologías de grafos con ciertas restricciones. Primero se describe un algoritmo distribuido auto-estabilizante para encontrar un CIF maximal en un grafo cactus. Posteriormente, se describe un algoritmo distribuido para encontrar un CIF maximal en un grafo outerplanar geométrico. Además se presentan algunos retos para mejorar la complejidad temporal de estos algoritmos.

**Bibliografía:** [1] Hochbaum, D. S., & Shmoys, D. B. (1985). A best possible heuristic for the  $k$ -center problem. *Mathematics of operations research*, 10 (2), 180–184.

**Sobre campos de Cuerpos Convexos Congruentes Tangentes a la  $n$ -esfera y una caracterización de la esfera. (RI)**

*Efrén Morales Amaya, D. Larman, C. A. Lenis Posada (sagitario\_del\_eter@hotmail.com)*

En esta charla, en primer lugar, definiremos el concepto de campo de Cuerpos Convexos Congruentes Tangentes a la  $n$ -esfera, como la sección de cierto haz fibrado. Una forma de intuitiva de entender este concepto es preguntarse: ¿bajo que condiciones es posible colocar, de forma continua, un conjunto convexo  $C$ , de dimension  $n$ , en el  $n$ -plano tangente de la  $n$ -esfera? En segundo lugar, definiremos un caso particular interesante de la noción anterior, a saber, un Giro completo, derivado de la imposición de una simetría adicional sobre el Campo de cuerpos. H. Hadwiger demostró que si el grupo de simetrías del convexo  $C$  es trivial, entonces es imposible que exista un giro completo de  $C$ . P. Mani probó que si el grupo de simetrías de  $C$  es finito y  $C$  da lugar a un campo de cuerpos congruentes a  $C$  entonces  $n$  es igual a 3 o 7. L. Montejano demostró que si  $C$  da lugar a un giro completo, entonces  $C$  es centralmente simétrico y, a partir de este resultado, obtiene interesantes y profundas caracterizaciones de la esfera relacionadas con una Conjetura de Banach: Si todas las secciones transversales, por un punto, de un cuerpo convexo son afínmente equivalentes, entonces  $C$  es un

elipsoide. En nuestra investigación, abordamos una variante a la conjetura de Banach, el problema ahora es, en lugar de considerar colecciones de secciones de un convexo dadas por planos concurrentes, considerar secciones dadas por planos tangentes a una esfera. Nos limitamos al caso de dimensiones  $n$  congruentes con 1 módulo 4 en virtud de que en estas dimensiones solo existen campos de  $k$ -planos tangentes de la  $n$ -esfera para  $k = 1$ , es decir, la  $n$ -esfera solo admite campos de líneas.

#### Conectando de muchas formas (generalizaciones del concepto de conexidad). (CI)

Diego Antonio González Moreno (dgonzalez@correo.cua.uam.mx)

El concepto de conexidad es uno de los más estudiados dentro de la Teoría de las Gráficas, tanto desde el punto de vista teórico como práctico. En el ámbito de las aplicaciones, se utiliza la conexidad para contruir redes confiables con una alta tolerancia a fallos. Desde el punto de vista teórico, se han encontrado una estrecha relación entre resultados en conexidad y teoremas en otras áreas de la Teoría de las Gráficas, por ejemplo, el teorema de Hall, sobre emparejamientos en gráficas, o el teorema de Ford-Fulkerson, sobre flujos en redes. También se han encontrado relaciones entre la conexidad, la hamiltonicidad, el diámetro, el número de arboles generadores disjuntos por aristas, etc. La *conexidad por aristas*  $\lambda(G)$  de una gráfica  $G$  se define como la mínima cardinalidad de un conjunto de arista que hay que eliminar de la gráfica para que esta deje de ser conexa. Obsérvese que en ésta definición no se piden condiciones sobre las componentes conexas o el conjunto de aristas, entonces este concepto se puede extender al imponer condiciones sobre estos conjuntos. Estas “nuevas” definiciones pueden ser de ayuda para obtener parámetros más refinados sobre la conexidad de una gráfica. La primera generalización de este tipo que aparece en la literatura se debe a Harary [5], quien definió la *P-arista-conexidad condicional*  $\lambda(G, P)$  de una gráfica conexa  $G$  como la mínima cardinalidad de un conjunto de aristas  $W$  tal que  $G - W$  no es conexa y toda componente de  $G - W$  satisface la propiedad  $P$ . En 1988, Esfahanian y Hakimi [3] introdujeron el concepto de *conexidad restringida de una gráfica*, el cual también ha sido estudiado bajo el nombre de *superconexidad*. Fàbrega y Fiol [4] definen un tipo de conexidad condicional, la *k-conexidad restringida*, la cual consiste en buscar conjuntos de corte no triviales. En lo que respecta a digráficas, Volkmann [6] en el 2007, propone dos tipos de conexidad restringida para digráficas. También existen generalizaciones coloridas, una forma interesante de juntar la conexidad y las coloraciones se debe a Chartrand, Johns, McKeon y Zhang [1], quienes definieron la conexidad por trayectorias arcoíris. Una gráfica es *conexa por trayectorias arcoíris* si entre todo par de vértices hay una trayectoria que no utiliza dos aristas del mismo color. Claramente toda gráfica conexa tiene una coloración de sus aristas que la hace conexa por trayectorias arcoíris (cada arista recibe un color distinto). Entonces, una pregunta interesante es averiguar cuál es el mínimo número de colores que puede tener una de éstas coloraciones. Caro y Yuster [4], como una pregunta natural y opuesta al problema propuesto por Chartrand et al, estudian el caso monocromático, es decir, cuál es el máximo número de colores que puede tener una coloración de forma que entre todo par de vértices exista una trayectoria monocromática. En esta plática hablaremos de algunas de estas generalizaciones y platicaremos sobre algunos resultados que hemos obtenido sobre este tipo de conexidades.

**Bibliografía:** [1] G. Chartrand, G. L. Johns, K. A. McKeon, P. Zhang, *Rainbow connection in graphs*, Math. Bohem. **133** (2008) 85–98. [2] Y. Caro, R. Yuster, *Colorful monochromatic connectivity*, Discrete Math. **311** (2011) 1786–1792. [3] A. H. Esfahanian, S. L. Hakimi, *On computing a conditional edge-connectivity of a graph*, Inform. Process. Lett. **27** (1988) 195–199. [4] J. Fàbrega and M. A. Fiol. *Extraconnectivity of graphs with large girth*. Discrete Mathematics, **127** (1994) 163–170. [5] F. Harary. *Conditional connectivity*. Networks, **13** (1983) 347–357. [6] L. Volkmann, *Restricted arc-connectivity of digraphs*, Inform. Process. Lett. **103** (2007) 234–239.

#### Gráficas y diseños. (CDV)

Eugenia O'Reilly Regueiro (eugenia@im.unam.mx)

Dado un conjunto  $X$  de cardinalidad  $n = 2k + 1$ , la gráfica impar  $O_{k+1}$  está definida de la siguiente manera: Los vértices de  $O_{k+1}$  son los subconjuntos de  $X$  de cardinalidad  $k$ , y dos vértices son adyacentes si y sólo si no se intersectan. Por otra parte, un  $(v, k, \lambda)$ -diseño simétrico es una estructura de incidencia con un conjunto de puntos  $P$  y un conjunto de bloques (subconjuntos de puntos)  $B$  tal que: (1)  $|P| = |B| = v$ , (2) todos los bloques tienen cardinalidad  $k$ , y (3) cualesquiera dos puntos están en exactamente  $\lambda$  bloques. Dada una gráfica  $O_{k+1}$  cuyos vértices son  $k$ -subconjuntos de un conjunto  $X$  de cardinalidad  $n = 2k + 1$ , ¿será posible escoger un subconjunto  $B$  de vértices de tal forma que  $X$  y  $B$  sean los puntos y bloques de un  $(n, k, \lambda)$ -diseño simétrico?

#### Una cota superior para constante del número de cruce rectilíneo. (CI)

Ruy Fabila Monroy, Oswin Aichholzer, Frank Duque, Oscar García, Carlos Hidalgo-Toscano (ruyfabila@math.cinvestav.edu.mx)

El número de cruce rectilíneo de una gráfica  $G$  es el mínimo número de cruces  $cr(G)$  que aparecen al dibujar la gráfica en el plano, dibujando sus aristas con segmentos de rectas. Se sabe que para la gráfica completa el límite cuando  $n$  tiene a infinito de  $cr(K_n) / \binom{n}{4}$  es una constante. Esta constante se conoce como la constante del número de cruce rectilíneo. En esta plática hablaremos de las herramientas computacionales usadas para obtener la mejor cota superior a la fecha.



**Grafos (bi)orientados tóricos de intersección completa. (CI)**

Juan Antonio Vega Garfías, Isidoro Gitler, Enrique Reyes (javega@math.cinvestav.edu.mx)

Una biorientación de aristas de un grafo simple consiste en reemplazar cada una de sus aristas  $\{x, y\}$ , o bien por la arista  $(x, y)$  o la arista  $(y, x)$  o por el par de aristas  $(x, y)$  y  $(y, x)$ . Si el digrafo resultante tiene aristas paralelas, se llama grafo biorientado, y en caso contrario, grafo orientado. Los ideales tóricos son una clase especial de ideales primos en un anillo de polinomios, los cuales son generados por 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. 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  $G$  es CIO si y sólo si  $G$  es theta-anillado, donde los grafos theta-anillados son caracterizado por medio de la exclusión de configuraciones de Truemper (grafo isomorfo a una prisma, pirámide, theta o rueda). En esta charla daremos avances (incluyendo aspectos computacionales) sobre el estudio de grafos (bi)orientados cuyo ideal tórico asociado es una intersección completa binomial; por simplicidad, nos referiremos a estos grafos como grafos (bi)orientados tóricos de intersección completa.

**Conexidad de gráficas de fichas. (RI)**

Ana Laura Trujillo Negrete, Jesús Leañón Macías, Érika Berenice Roldán Roa (lauratn21@hotmail.com)

Sea  $G$  una gráfica de orden  $n$  y sea  $k$  un entero entre  $1$  y  $n-1$ . La gráfica de  $k$  fichas de  $G$  es la gráfica cuyos vértices son todos los  $k$ -conjuntos de  $V(G)$  y donde dos  $k$ -conjuntos de  $V(G)$  son adyacentes si su diferencia simétrica es un par de vértices adyacentes en  $G$ . En el año 2012, Ruy Fabila et. al. conjeturaron que si  $G$  es  $t$ -conexa y  $t$  es mayor o igual que  $k$ , entonces la gráfica de  $k$  fichas de  $G$  es  $k(t-k+1)$ -conexa. En esta plática daremos una prueba de esta conjetura.

**La boda (Conferencia invitada de Miscelánea Matemática en Matemática Discreta). (CI)**

Criel Merino López (merino@matem.unam.mx)

Las Matemáticas Discretas cruzan a lo largo la vida cotidiana. En esta plática partiremos de un ejemplo trillado y cursi: una pareja enamorada y llena de ilusiones toma la decisión de casarse y tener una gran boda. Hasta ahora la pareja ha recibido la ayuda de las Matemáticas. El teorema de Philip Hall apaciguo en cada uno el miedo natural a una existencia solitaria. Aún más, gracias al algoritmo Gale-Shaples, tienen la posibilidad de un comienzo estable en su matrimonio. Pero organizar una boda no es asunto sencillo. Escoger un lugar para el evento, el pastel, los arreglos, la lista de invitados... ¡los invitados!. Las suegras no se pueden ver ni en pintura, hay un tío borracho y pendenciero, varios extranjeros, amigas entrañables y enemigos jurados. ¿Cómo acomodar tan diverso grupo en el salón del evento, todo considerando el costo y sin ofender la etiqueta asociada a esta ocasión?

**Descomposiciones de gráficas completas en árboles. (CI)**

Eduardo Rivera Campo (erc@xanum.uam.mx)

Una colección  $G_1, G_2, \dots, G_m$  de subgráficas de una gráfica  $G$ , ajenas en aristas dos a dos, es una descomposición de  $G$  si  $E(G_1) \cup E(G_2) \cup \dots \cup E(G_m) = E(G)$ . En esta plática presentamos algunas descomposiciones de gráficas completas, de gráficas geométricas completas y de gráficas torcidas completas en árboles.

**Coloraciones en gráficas. (CI)**

Juan José Montellano Ballesteros (juancho@im.unam.mx)

En esta plática hablaremos sobre distintos problemas relativos a las coloraciones en gráficas.

**Cuadrados latinos, coloración por listas y el problema de Dinitz. (CDV)**

Enrique Casas Bautista (ecasasb@uaemex.mx)

El desarrollo de la Teoría de gráficas ha utilizado, entre otras, muchas de las ideas propuestas para intentar resolver la conjetura de los cuatro colores, hoy en día la coloración sigue siendo un tema muy estudiado, en esta plática presentare un problema simple de coloración, planteado por Jeff Dinitz en 1978, que desafió todos los ataques por resolverlo hasta su solución quince años más tarde, debida a Fred Galvin. El problema dice lo siguiente: Consideremos un tablero cuadrado de  $n \times n$  casillas. en cada casilla  $(i, j)$  se dispone de  $n$  colores del conjunto  $c(i, j)$ . ¿Es posible colorear las casillas de forma que los colores de las casillas de cada fila y de cada columna sean distintos?

**Coloraciones completas en gráficas planas. (RI)**

*Fernando Esteban Contreras Mendoza, Gabriela Araujo-Pardo, Sara J. Murillo-García, Andrea B. Ramos-Tort, Christian Rubio-Montiel (esteban.contreras.math@gmail.com)*

Existen diversas condiciones sobre las posibles coloraciones de los vértices de una gráfica en las que uno puede pensar. Una de ellas, seguramente más conocida, es la condición de que a cualesquiera dos vértices adyacentes les sean asignados colores distintos (coloraciones propias), mientras que una condición ligeramente menos conocida, es la condición de que dada una paleta de colores, cualquier par de colores distintos de dicha paleta, se puedan encontrar como extremos de una arista en la gráfica (coloraciones completas). En esta charla hablaremos de cotas asintóticamente justas referentes a la cantidad de colores con la que se pueden realizar coloraciones completas y coloraciones que son propias y completas a la vez, lo anterior en el caso de las gráficas planas y otras gráficas relacionadas a ellas.

**El  $\beta$ -diferencial de una gráfica. (RI)**

*Ludwin Ali Hernández Basilio, Jesús Leños Macías, Sergio Bermudo Navarrete, José María Sigarreta Almira (ludwin.ali@gmail.com)*

Motivados por problemas de optimización, en particular, asociados con la maximización de influencias en las diferentes tipos de redes, se define el  $\beta$ -diferencial de una gráfica, denotado por  $\partial_\beta(G)$ , como el  $\max\{|B(D)| - \beta|D| : D \subseteq V\}$ , donde  $\beta$  es un número real. En este trabajo se obtienen cotas óptimas para el  $\beta$ -diferencial de una gráfica en términos de parámetros conocidos de la Teoría de Dominación tales como: el número de dominación y el número de empaquetamiento.

**Inflando secuencias circulares, en busca de dibujos con pocos cruces. (CI)**

*Antonio de Jesús Torres Hernández, Gelasio Salazar Anaya (jeshua\_enki@hotmail.com)*

El número de cruce rectilíneo de  $n$ , es el mínimo número de cruces de aristas determinados por cualquier conjunto de  $n$  puntos en el plano. Este parámetro fue propuesto por el artista plástico Anthony Hill e inspirado en el problema de la fábrica de ladrillos de Turán. Encontrar el número de cruce rectilíneo para cualquier  $n$ , sigue siendo un problema abierto. En esta plática hablaremos de los avances en este tema y daremos un algoritmo que genera dibujos con pocos cruces mediante el proceso de "inflado" de secuencias circulares de dibujos conocidos.

**Minicurso de YAGS: un programa para la teoría de las gráficas. (CDV)**

*Rafael Villarroel Flores, Ismael Ariel Robles Martínez (rafaelv@uaeh.edu.mx)*

En la investigación en combinatoria, y en particular en teoría de gráficas, la computadora nos ayuda a verificar hipótesis y plantear conjeturas. En este minicurso se presenta el programa YAGS (Yet Another Graph System), el cual es un paquete basado en el programa GAP (Groups, Algorithms, Programming). El minicurso abarca desde la instalación del programa hasta ejemplos muy prácticos de su uso, por lo que se espera que el asistente acuda junto con su equipo portátil.

**Inconexión acíclica en digráficas. (CI)**

*Mika Olsen, Camino Balbuena, Ana Paulina Figueroa, Cesar Hernández, Bernardo Llano, Eduardo Rivera (olsen@correo.cua.uam.mx)*

La inconexión acíclica es una invariante de digráficas, que de alguna manera mide la complejidad de la estructura de los ciclos en una digráfica. El matemático mexicano Víctor Neumann Lara introdujo esta medida como una medida de conexidad, pero aquí usaremos la definición de la inconexión acíclica en términos de una coloración de los vértices: la inconexión acíclica de una digráfica  $D$  es el mayor número posible de colores para colorear los vértices de una digráfica tal que cada ciclo tiene al menos dos vértices consecutivos del mismo color. La inconexión acíclica ha sido estudiado en diversas familias de digráficas tales como torneos y torneos bipartitos y se ha estudiado su relación con otros invariantes tales como el cuello y el Feedback-arcset. En esta plática presentaré un panorama de las técnicas y los resultados obtenidos con diversos colaboradores así como problemas abiertos.

**Conexidad monocromática en digráficas fuertemente conexas. (CI)**

*Mucuy-kak Guevara Aguirre, Diego González-Moreno, Juan José Montellano (mucuy-kak.guevara@ciencias.unam.mx)*

Una coloración de flechas de una digráfica fuertemente conexa  $D$  es una coloración monocromática fuertemente conexa si para cada par de vértices  $u, v$  en  $D$  existe una  $(u, v)$ - y una  $(v, u)$ -trayectoria monocromática. Denotamos por  $\text{smc}(D)$  el número máximo de colores en una coloración monocromática fuertemente conexa de  $D$ . En esta plática probaremos que si  $D$  es una digráfica fuertemente conexa de tamaño  $m$ , entonces  $\text{smc}(D) = m - \Omega(D) + 1$ , donde  $\Omega(D)$  es el tamaño mínimo de una subdigráfica generadora fuertemente conexa de  $D$ . Como corolario de este resultado, se obtiene que una digráfica fuertemente conexa  $D$  de orden  $n$  es hamiltoniana si y sólo si  $\text{smc}(D) = m - n + 1$ .

**Polinomios de empacamiento sobre sectores de enteros multidimensionales.** (CI)*Luis B. Morales Mendoza (lbm@unam.mx)*

Denotando los números reales y los números enteros no negativos, respectivamente, por  $\mathbb{R}$  y  $\mathbb{N}$ , sea  $S$  un subconjunto de  $\mathbb{N}^n$  para  $n = 1, 2, \dots$  y  $f$  una función de  $\mathbb{R}^n$  en  $\mathbb{R}$ . Decimos que  $f$  es una función de empacamiento sobre  $S$  si la restricción de  $f$  sobre  $S$  es una biyección sobre  $\mathbb{N}$ . Para todos los enteros positivos  $r_1, \dots, r_{n-1}$ , consideramos el sector de enteros  $I(r_1, \dots, r_{n-1}) = \{(x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{N}^n \mid x_{i+1} \leq r_i x_i, \text{ para } i = 1, \dots, n-1\}$ . Nathanson (2014) demostró que para  $n = 2$  existen dos polinomios cuadráticos de empacamiento sobre el sector  $I(r)$ . Aquí, para  $n > 2$  construimos  $2^{n-1}$  polinomios de empacamiento sobre sectores de enteros multidimensionales. En particular, para cada polinomio de empacamiento sobre  $\mathbb{N}^n$  se construye un polinomio de empacamiento sobre el sector  $I(1, \dots, 1)$ .

**Teoría del balance.** (CDV)*Julian Alberto Fresan Figueroa (julibeto@gmail.com)*

Por lo regular las personas convivimos con otras personas con las que somos afines, sin embargo frecuentemente nos vemos forzados a convivir con gente con la que no concordamos. Uno de los problemas más importantes en las redes sociales es el de entender la tensión que esto genera y la noción de balance, de la cuál tratará la charla, es uno de los conceptos básicos para entenderla. Además el balance representa un muy buen ejemplo de la conexión entre propiedades locales y globales en las gráficas, es decir, como fenómenos que involucran pocos vértices pueden cambiar el comportamiento de toda la gráfica.



## Matemática Educativa

Coordinador: Flor Monserrat Rodríguez Vázquez  
 Lugar: Yelizcalli “206”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Ruth Rodríguez	Judith A. Hernandez	Jaime Israel García
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	<b>Lidia A. Hernández</b>	Angel Pretelín	Santiago R Velázquez	Omar Viguera
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Verónica Vargas	Daniel Eudave	Lidia Torres Hdez
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Alejandro Mina	Esteban R Hurtado	Beatriz A Zuñiga	Guillermo Garro
12:00–12:30	<b>José Luis Cortina</b>	Amaranta V. Jiménez	Aarón Aparicio	Ma del Carmen Olvera	Alondra Rodríguez
12:30–13:00		Mario García Salazar	Mónica González	Ana B Valencia	Jenny M Gómez
13:00–13:30	Ma. del Rocío Juarez	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Dan-El Neil Vila				
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		Rita Vázquez Padilla	Keops Xeki García		
17:30–18:00	Javier Alan Torres	Edgar Possani	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Roberto A. Salvador	Larissa Sbitneva			
18:30–19:00	Lorena Trejo Gro.	Nelly Rigaud Téllez			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

### Las fracciones: un problema didáctico persistente. (CI)

José Luis Cortina Morfín (jcortina@upn.mx)

Se abordan dos preguntas centrales en la didáctica de las fracciones: por qué enseñarlas y cómo hacerlo. Se hace un breve recuento de los desarrollos en el tema en las últimas cuatro décadas, detallando las cuestiones que quedan sin resolver y que continúan haciendo de este tema uno de las más difíciles de enseñar y de aprender en la educación básica.

### Desarrollo del razonamiento pre-algebraico en alumnos de sexto año de educación primaria. (CI)

Maria del Rocío Juarez Eugenio, María Anabell Aguilar Zaldivar, Norma Hernández García (rocil\_1978@hotmail.com)

En México, los bajos resultados que obtienen los alumnos de educación básica (primaria y secundaria) en el área de matemáticas en pruebas estandarizadas como PISA (2015), TERCE (2016) y PLANEA 2016, son una cuestión que resulta de interés para los investigadores en el ámbito educativo ¿A qué se deben estos resultados? Diversos estudios (Flores, 1998; Alarcón 2006 y Blanco 2015) han demostrado que si no existe una adecuada formación en el área de matemáticas en los alumnos que cursan educación básica les será difícil comprender los contenidos en el nivel medio superior. El objetivo de la presente investigación fue contribuir a la mejora del aprendizaje de las matemáticas a partir de propiciar el desarrollo del razonamiento pre-algebraico en alumnos de una escuela pública del estado de Puebla que cursaban el sexto año de educación primaria, a través de una serie de situaciones didácticas para encontrar el valor faltante, resolver problemas matemáticos y determinar patrones y sucesiones de figuras geométricas. El diseño de la investigación fue cuasi-experimental, el instrumento que nos permitió recabar información fue un cuestionario el cual fue validado por expertos en el área de matemáticas y aplicado a los niños en dos momentos (pre-test y pos-test). Los resultados muestran que al trabajar de manera gradual estas situaciones didácticas lograron desarrollar su nivel de razonamiento algebraico, pues al inicio sólo dos de cada diez lograron resolver los ejercicios, sin en cambio al final del periodo de trabajo fueron cinco de cada diez. Palabras clave: razonamiento pre-algebraico, matemáticas, situaciones didácticas.

**Implementación de material educativo para la potencialización de las Habilidades Matemáticas en alumnos de Nivel Básico. (RI)**  
 Dan-El Neil Vila Rosado, Miriam Minerva García Durán (dnvr301080@gmail.com)

En el presente trabajo se da a conocer los resultados preliminares de dotar a docentes de educación básica con herramientas con las que puedan estimular, motivar y desarrollar las habilidades matemáticas en sus alumnos, y así lograr que los niños y adolescentes cuenten con el "Perfil de Egreso" esperado de Educación Básica [1]. Actualmente, los docentes de Educación Básica del Nivel Básico se basan en El Programa de Estudios 2011 de cada nivel educativo, para las orientaciones pedagógicas y didácticas que guíen su labor en el aula; dicho programa señala que las habilidades matemáticas son parte del perfil de egreso de los alumnos de Educación Básica. Sin embargo, podemos observar que este programa se basa más en los conocimientos matemáticos que en las habilidades matemáticas. En este sentido, definimos a las habilidades matemáticas como la construcción, por el alumno, del modo de actuar inherente a una determinada actividad matemática, que le permite buscar o utilizar conceptos, propiedades, relaciones, procedimientos matemáticos, utilizar estrategias de trabajo, realizar razonamientos, juicios, que son necesarios para resolver problemas matemáticos. Es importante reconocer que las habilidades matemáticas son claves para una base firme en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático desde la edad preescolar. Incluso, las habilidades matemáticas son la base para las funciones ejecutivas las cuales son definidas como un conjunto de habilidades cognitivas que permiten establecer objetivos, planificar, iniciar actividades, autorregular el comportamiento, monitorear las tareas, seleccionar las conductas y ejecutar acciones para lograr objetivos [2]. Por estas razones es necesario que los docentes practiquen de forma permanente estas habilidades dentro del aula; esto ayudará a una mejora en su labor docente, a mejorar los aprendizajes y las competencias esperadas en los alumnos de educación básica. En el presente trabajo nos enfocamos a las habilidades matemáticas denominadas atención selectiva y memoria de trabajo. A través de estas habilidades matemáticas se pretendió apoyar a los alumnos a que desarrollen los procesos cognitivos básicos para un mejor aprendizaje puesto que es importante tener una atención focalizada con tal de discernir la información y así poder responder a los aspectos esenciales de una tarea o situación y pasar por alto o abstenerse de hacer caso a aquellas que son irrelevantes (atención selectiva) [3] y también es necesario para el aprendizaje la capacidad de recordar y utilizar información relevante, mientras se está en medio de una actividad para la elaboración de información (memoria de trabajo)[4]. Como parte de nuestra investigación de la implementación de las habilidades matemáticas; trabajamos con alumnos desde el tercer grado de preescolar, hasta segundo grado de nivel secundaria, de diversas escuelas de la ciudad de San Francisco de Campeche, y que pertenecen a la Secretaría de Educación del Estado de Campeche. La habilidad matemática atención selectiva, se trabaja una vez por semana, con una duración de 15 minutos a través de material visual y está conformada por dos niveles de complejidad. La complejidad de cada nivel depende de las formas de las figuras de cada lámina y el tiempo de exposición de la imagen, el cual puede variar siendo de 5" o 10"; mientras menor sea el tiempo de exposición de las láminas, mayor complejidad presenta el ejercicio. En el ejercicio el alumno tiene que identificar la figura que es única de entre todas las figuras. La forma de selección puede ser nombrando la fila y columna o dibujando la figura única. En cuanto a la habilidad matemática memoria de trabajo, también se aplican los ejercicios una vez por semana, con una duración de 15 minutos a través de material visual y está conformada por tres niveles de complejidad, los niveles 1 y 2, varían en complejidad dependiendo del número de figuras y el tiempo de exposición de las mismas, el cual puede variar siendo de 5" o 10", el nivel 3 consiste en medir cuánto tiempo demora el alumno en dar una respuesta. En el ejercicio se le presenta al alumno varias figuras, de la cual posteriormente, se le oculta y el alumno tiene que identificar en qué lugar se encuentra la figura muestra. La forma de selección es diciendo el número del lugar donde considera se encuentra la figura muestra. Al ir aplicando las herramientas para favorecer la atención selectiva, se ha podido observar en los alumnos que en paralelo mientras mejora su habilidad de atención selectiva, también su atención en otras actividades es un poco más enfocada en lo que se les está enseñando, en lo que se les pide y son capaces de poder enfocarse en los detalles al observar una imagen, un objeto y mencionar sus características. En cuanto a la aplicación de los ejercicios de memoria de trabajo, se ha observado en los alumnos una mejora al momento de recordar y seguir instrucciones, y la capacidad de mantener un nivel de compromiso en el desempeño de las tareas que se les asigna en las sesiones de clases. Cabe señalar que se ha observado cambios favorables en los niños que practican sus habilidades matemáticas con mayor constancia a comparación de los niños que no tienen acceso a estos ejercicios por cualquier causa. Los cambios observables son: mayor atención durante las actividades, mayor esfuerzo para lograr terminar la actividad aunque sea difícil para ellos, mayor precisión en la descripción a detalle de los objetos e imágenes.

**Bibliografía:** [1] Pública, S. d. (2012). Programa de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Primaria. México, D.F. [2] Josefina Rubiales, L. B. (2013). Estudio comparativo del control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva. Cuadernos de Neuropsicología, 50-54. [3] Diane E. Papalia, S. W. (2009). Desarrollo Humano. En S. W. Diane E. Papalia, Desarrollo Humano (pág. 310). México, D.F. *Mc Graw Hill*. [4] Baddeley, A. D. (1986). Working memory. *Oxford: Oxford University Press*.

**Desarrollo del pensamiento matemático de niños con discapacidad: Implicaciones para la enseñanza. (CI)**  
 José Marcos López Mojica (mojicajm@gmail.com)

Debido a las actuales reformas que ha sufrido nuestro sistema educativo nacional, es imperante que desde la disciplina, Matemática Educativa, se estudien los fenómenos que competen a la enseñanza y al aprendizaje de las matemáticas en todos los niveles escolares. Más aún, es necesario que las investigaciones consideren a poblaciones tipificadas como vulnerables, o bien se interesen por escenarios extra escolares. Investigaciones recientes han documentado un escaso tratamiento de las matemáticas a personas con discapacidad. De lo anterior interesa, desde Matemática Educativa, ¿qué se está realizando para que las personas con estas características puedan desarrollar su conocimiento matemático? La educación de personas con discapacidad ha sido un problema ignorado por la sociedad

en general, a consecuencia de: 1) el desconocimiento de las características de las discapacidades y de su tratamiento, 2) la falta de investigaciones que den cuenta de los procesos cognitivos comprometidos en el desarrollo del pensamiento, 3) la falta de organización que permita una educación efectiva, 4) una incongruencia respecto a los principios de derechos humanos y 5) la falta de recursos que permitan alcanzar los objetivos de la educación. La ponencia tiene como interés reflexionar sobre los fenómenos de la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en poblaciones que requieren educación especial. De manera particular se pretende dar evidencia de la constitución de un marco de referencia que se sustenta con elementos epistemológicos, cognitivos y sociales, para caracterizar el pensamiento matemático de personas con discapacidad. Bajo esta perspectiva, se argumenta que en Matemática Educativa se debería interesar en los procesos particulares del pensamiento de cada individuo con discapacidad, esto propiciaría a identificar las formas distintas o los caminos diferentes a los que pueden acceder a los conceptos matemáticos y con ello establecer un marco de referencia que permita el diseño de actividades de enseñanza por parte de los docentes. En ese sentido, se dan ejemplos sobre el pensamiento estocástico, algebraico y aritmético de las personas con discapacidad.

#### **Propuesta de estrategia didáctica para la inclusión del alumnado con TDA en el aula de matemáticas. (RT)**

*Javier Alan Torres Quevedo (alantorres2622@gmail.com)*

La investigación que se presenta es sobre los alumnos que manifiestan en las aulas el Trastorno por Déficit de Atención (TDA), en su aprendizaje de las matemáticas. La metodología empleada es el estudio de casos, y los participantes son 3 estudiantes de secundaria. La información necesaria se obtuvo entrevistando a dos profesores de la materia y a una especialista de la Escuela Secundaria Técnica No. 1, lugar donde realizamos el presente estudio. También se entrevistó a dos especialistas sobre en el trastorno. Posteriormente, se realizó una observación acerca del comportamiento de los alumnos en sus aulas, lo que nos permitió conocer sus características, el trato que reciben de sus profesores y de sus compañeros y compañeras, así como las actividades que les agradan. Lo anterior, combinado con una descripción sobre cómo construyen el conocimiento, nos permitió elaborar una estrategia didáctica funcional sobre el tema de la "Multiplicación de expresiones algebraicas".

#### **¿Matemáticas para niños PRADER WILLI?. (CI)**

*Roberto Antonio Salvador, Rosa Karen Antonio Blanco, Erika Antonio Blanco (antonio\_salvador\_roberto@hotmail.com)*

El planteamiento del título se hace como interrogante, porque este síndrome limita las funciones neurológicas y físicas de los niños Prader Willi, de ahí que se plantea como interrogante porque es un reto pedagógico lograr que los niños con este síndrome aprendan matemáticas. Respecto al síndrome, puedo decir que es un desequilibrio genético, ocasionado por la falta o afectación en el cromosoma 15, que tiene como principal consecuencia un retraso psicomotor. Lo más característico es hipotonía muscular, obesidad mórbida causada por apetito obsesivo, cierto grado de retraso neurológico. Aún está en investigación lo referente a este síndrome, ya que está clasificado como raro al presentarse en una probabilidad de 1/15000 aproximadamente. El gran reto para los docentes y nosotros los padres, es tener los elementos para ayudar a nuestros niños a entrar al maravilloso mundo de las matemáticas. Esta investigación en curso está desarrollándose en la modalidad de estudio de caso porque soy papá de un niño Prader Willi y tengo la Licenciatura en Matemáticas, circunstancias que me permiten tener la maravillosa oportunidad de observar minuto a minuto el comportamiento, reacciones, gestos, actitudes y respuestas de mi hijo, un niño Prader Willi. La educación en la actualidad, defiende como uno de sus objetivos prioritarios, la inclusión educativa, llámese de situaciones económicas, geográficas, de raza, de estatus social o de discapacidad. El aspecto final es al que se refiere el presente trabajo de investigación, que es necesario y prudente aclarar, es una investigación que aún está en su proceso de desarrollo, que aún no se termina y por lo tanto no hay conclusiones o sugerencias, pero la importancia de esta investigación requiere, que en el desarrollo de la misma, se pueda tener el análisis, los comentarios, las sugerencias y las críticas de todas las personas interesadas en lograr ese objetivo loable de la educación en todos nuestros países: LA INCLUSIÓN EDUCATIVA DE LOS NIÑOS Y NIÑAS CON NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES. El síndrome al que se refiere la investigación, el SÍNDROME DE PRADER WILLI, es un síndrome de causas genéticas, clasificado dentro de los síndrome raros, y por su poca probabilidad de presentarse en algún bebé, es que no se han realizado trabajos de investigación al respecto, comparado con el síndrome de Down, el síndrome de Prader Willi no tiene mucha bibliografía donde sustentarse, ni muchos especialistas (científicos, pedagogos, profesores, psicólogos, etc.), que se interesen desarrollar investigación al respecto. La gran diferencia entre los especialistas y el autor de este trabajo, es que yo tengo un hijo Prader Willi, y me interesa sobre manera, encontrar los elementos que me permitan apoyarlo para que entienda la ciencia, que logre con esto, la gran meta de llegar a ser autosuficiente e independiente académicamente. Soy profesor de formación, estudie la Normal Básica, estudié la licenciatura de matemáticas y concluí mis estudios de Maestría en Ciencias de la Educación. Mi interés como profesionista por superarme académicamente es grande pero es mayor mi interés como padre, de poder apoyar a mi hijo en su desarrollo no solo mental sino emocional. DESARROLLO La presente investigación aún es joven, apenas hemos iniciado con el proceso de la observación y toma de notas de las diferentes respuestas de un niño Prader Willi ante el planteamiento de situaciones matemáticas a resolver. Las grandes ventajas que se tienen son: a).- Es que la investigación se desarrolla como un Estudio de Caso, ya que mi hijo es un niño Prader Willi. Lo que me permite la enorme posibilidad de hacer el estudio de caso durante las 24 horas de día. Aclarando que las anotaciones que realizó, las comparto con mis hijas, quienes son tituladas en la especialidad de Pedagogía, además de mis compañeros profesores con mucha experiencia laboral, así como preparación profesional, esto con la finalidad que las anotaciones no sean influidas por el lazo familiar. b).- En México hemos realizado el esfuerzo y logrado conjuntar a muchas familias de todo el país que tenemos la misma situación de atender a un hijo con este síndrome. Esta

situación me he permitido y me permite, obtener información de otros niños con el síndrome, con la ventaja de saber que son niños que se desarrollan en diferentes contextos y con diferentes circunstancias sociales. Hemos avanzado poco, por eso el gran interés de compartirlo con especialistas pedagógicos de otros países para poder lograr resultados que puedan incidir en beneficio de los niños Prader Willi, el tener las opiniones y sugerencias de quienes viven de cerca las diferentes problemáticas de los niños con necesidades educativas especiales, hará que esta investigación pueda tener los logros que se han planteado para la misma. **CONCLUSIONES** Hoy mi fe como padre y nuestra esperanza como familias Prader Willi está puesta en todos los foros en los que podamos poner en la mesa, lo referente al Síndrome de Prader Willi, porque sabemos que la unión de los esfuerzos y de las capacidades de todos los asistentes a estos eventos, permite tener la certeza que la investigación se verá fortalecida con todas las aportaciones. Así como si enumeramos las conclusiones, queda así: 1).- Se compartirá los avances de la investigación MATEMÁTICAS PARA NIÑOS PRADER WILLI. 2).- Se presentarán los informes de los resultados parciales de la investigación, sustentados con la documentación obtenida hasta el momento. 3).- Se realizarán los enlaces con los especialistas interesados para conformar un grupo nacional e internacional de investigación sobre el síndrome Prader Willi. 4).- Se solicitará el apoyo, por su experiencia y conocimiento, de los colegas especialistas para poder tener un encuentro con ellos y recibir sus opiniones y sugerencias. 5).- Se hará llegar, a nombre de todas las familias Prader Willi Mexicanas, el agradecimiento a todos los interesados en apoyarnos para el logro de nuestro objetivo más preciado: EL DESARROLLO DE NUESTROS NIÑOS PRADER WILLI.

**Referencias Bibliográficas:** <https://es.wikipedia.org/wiki/Pedagogía> Autores \*Dra. Assumpta Caixàs Pedragós MD. Ph. D. Servicio de Diabetes, Endocrinología y Nutrición. Profesora asociada de Endocrinología de la UAB \*Dra. Raquel Corripio Collado MD. Ph. D. Unidad de Endocrinología Pediátrica. Servicio de Pediatría. Profesora asociada de Pediatría de la UAB \*Sra. Yolanda Couto Rosende Nutricionista. Unidad de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Servicio de Pediatría \*Dra. Elisabeth Gabau Vila MD. Unidad de Genética Clínica. Servicio de Pediatría \*Dra. Montserrat Garcia Puig MD. Unidad de Neurología pediátrica. Servicio de Pediatría \*Dra. Olga Giménez Palop MD. Ph. D. Unidad de Diabetes. Endocrinología y Nutrición \*Dra. M.ª Pilar Guallarte Alias MD. Unidad de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica. Servicio de Pediatría \*Dra. Miriam Guitart Feliubadaló MD. Laboratorio de Genética. UDIAT, Centre Diagnòstic. \*Dra. Helena Larramona Carrera MD. Unidad de Neumología y Alergología Pediátrica. Servicio de Pediatría \*Dr. Jacobo Pérez Sánchez MD. Unidad de Endocrinología Pediátrica. Servicio de Pediatría. \* Hospital de Sabadell. Corporació Sanitària ParcTaulí. Sabadell. Institut Universitari ParcTaulí - UAB. Universitat Autònoma de Barcelona, Campus d'Excel·lència Internacional. 08193 Bellaterra, España Sra. Susanna Esteba-Castillo Neuropsicóloga. Servicio Especializado en Salud Mental y Discapacidad Intelectual (SESM-DI). Parc. Hospitalari Martí i Julià. Institut Assistència Sanitària (IAS). Girona Dr. Ramon Novell Alsina Servicio Especializado en Salud Mental y Discapacidad Intelectual (SESM-DI). Parc. Hospitalari Martí i Julià. Institut Assistència Sanitària (IAS). Girona Dra. Carme Brun-Gasca Doctora en Psicología. Psicóloga clínica. Logopeda. Profesora titular de la Facultad de Psicología de la Universidad Autònoma de Barcelona. 25 Preguntas-SPW. España. Rustarazo Garrot Aurora. El síndrome de Prader-Willi en la aulas. Buenas prácticas. Asociación Española para el Síndrome de Prader-Willi. España. Rustarazo Garrot Aurora. El proceso de enseñanza-aprendizaje en personas con Síndrome de Prader-Willi. AESPW. España.

#### **La educación matemática en la escuela multi-grado del Estado de Hidalgo. (CI)**

*Lorena Trejo Guerrero (loreloren@hotmail.com)*

La experiencia como profesores e investigadores en educación primaria, nos permite advertir las condiciones que el contexto escolar ofrece a los niños del medio rural, su nivel de aprendizaje y las repercusiones del trabajo docente en el área de matemáticas en escuelas donde los profesores trabajan con dos o más grados a la vez. Diseñamos una situación didáctica para trabajar la noción de número natural con un grupo de 1º, 2º y 3er. grados. En el presente reporte analizamos la problemática de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria pública rural en el Estado de Hidalgo, así como el aprendizaje colaborativo en escuelas multi-grado (de maestros y alumnos), reconociendo las condiciones sociales y la política educativa. Palabras clave: multi-grado, enseñanza, aprendizaje cooperativo, número. NOTA: Trabajo como profesora de educación primaria en la Secretaría de Educación Pública de Hidalgo y como asesor académico en la Universidad Pedagógica Nacional - Hidalgo.

#### **El estudio del aprendizaje de un concepto matemático mediante la Teoría APOE: El caso del concepto del supremo. (CI)**

*Lidia Aurora Hernández Rebollar (lhernan@fcm.buap.mx)*

En este trabajo se presenta el recuento de una investigación que tuvo como objetivo inicial estudiar por qué resultaba difícil para los estudiantes el concepto del supremo (o mínima cota superior). Dicho concepto se estudia en cursos introductorios de Análisis Matemático, y en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la BUAP se aborda en un curso que se imparte en el primer semestre. Para dicho estudio se eligió a la teoría APOE porque es una teoría específica que propone un modelo que explica la manera en que se construyen o aprenden conceptos matemáticos del nivel superior. La investigación inició con la propuesta de una descomposición genética del concepto y su validación, luego continuó con el diseño de una secuencia didáctica, su aplicación en un grupo de estudiantes y la comparación del desempeño de este grupo con el de otro que no siguió dicha secuencia. El objetivo de este recuento es, mostrar cómo funciona la teoría APOE para modificar la enseñanza y el aprendizaje de un concepto matemático en particular, en este caso, en el del supremo.



**Alcances y limitaciones de las funciones polinómicas en la medición y proyección de los fenómenos demográficos. (CI)***Alejandro Mina Valdez (amina@colmex.mx)*

En el análisis demográfico de los fenómenos tanto básicos: mortalidad, fecundidad y migración, como de los secundarios: nupcialidad, escolaridad y fuerza de trabajo, los ajustes polinómicos ocupan un lugar preponderante en la descripción en el tiempo, por género y edad de la población, con el fin de evaluar, corregir y proyectar el impacto de cada uno de los fenómenos demográficos. La investigación se centra tanto en el análisis exploratorio del dato base para el estudio y propiamente el análisis demográfico del fenómeno en cuestión, como en la correcta selección del polinomio de ajuste, de acuerdo al tipo de evento estudiado: defunciones, nacimientos, inmigrantes, emigrantes, etc. La ponencia presenta los alcances y limitaciones en la selección del tipo de polinomio empleado y los diversos criterios y métodos empleados por autores como William Brass, Nathan Keyfitz, Ansley Jonas Coale entre otros. Destacando los errores al abusar del ajuste polinómico, bajo el criterio de correlacionar estadísticamente el dato con el polinomio de ajuste, lo que no necesariamente es lo mejor. Se presentarán ejemplos de diversos ajustes polinómicos realizados por el autor, que con fines docentes ha presentado en cursos de Demografía y Análisis Demográfico, a estudiantes de las carreras de Actuaría y Matemáticas. El objetivo es crear conciencia del cuidado en la matematización del impacto en el tiempo, por edad y género de cada uno de los fenómenos demográficos, resaltando la importancia previa del diagnóstico de la calidad del dato y su posible corrección, previa al ajuste polinómico que dará lugar al pronóstico de la conducta demográfica de la población en estudio.

**Un estudio de ingeniería didáctica para el concepto de serie de Taylor. (RI)***Amaranta Viridiana Jiménez Villalpando, José David Zaldivar Rojas (amaranta.jimenez@hotmail.com)*

La ingeniería didáctica surgió en los años ochenta en Francia como una forma de encontrar una relación entre la investigación y la realización didáctica. Analizaremos el concepto de Serie de Taylor y propondremos una Ingeniería Didáctica que ayude al estudiante a aprender este concepto, ya que esta parte de las matemáticas es importante como herramienta predictiva, y además mostraremos los saberes previos necesarios para la adquisición de este conocimiento. En cuestiones históricas analizamos una pequeña parte de los trabajos de Newton, Leibniz, y el mismo Taylor, para analizar la génesis de este concepto, y el proceso de transposición didáctica por el cuál ha pasado. Además hicimos un breve estudio de las investigaciones que consideramos más importantes sobre el tema, donde se ponen de manifiesto algunas de las dificultades presentadas por los alumnos en estos tópicos. Al analizar que tradicionalmente se usan métodos algorítmicos y algebraicos, en la enseñanza de la Serie de Taylor y siendo bien sabido que un concepto es mejor introducido a las estructuras de los estudiantes si se conocen distintos registros de representación, nos enfocamos en diseñar una Situación Didáctica que incluyera varios registros. El conocimiento avanza a pasos agigantados, y la facilidad de adquisición tiene el mismo ritmo, es por eso que en nuestro trabajo también hicimos uso de un software libre, que permite la visualización y rápida manipulación gráfica, necesaria en nuestras actividades, y que difícilmente se podría visualizar con tal rapidez en décadas anteriores. Puede decirse que la ingeniería didáctica consta de cuatro fases principales, la planeación, el diseño, la experimentación y la validación. El presente trabajo pretende enfocarse en las dos primeras fases, así como dar un análisis a priori.

**Reflexiones sobre la enseñanza del cálculo integral. (CDV)***Mario García Salazar, Leidy Hernández Mesa, Gricelda Mendivil Rosas (mariomgs@hotmail.com)*

Se han reunido las experiencias adquiridas a través de algunos años de enseñanza del curso de cálculo integral, mismo que se oferta en la etapa terminal de la carrera de licenciado en docencia de la matemática. Se presenta la síntesis de las reflexiones en cuatro grandes bloques: 1) estrategias para abordar la enseñanza del cálculo integral en la formación inicial del docente en matemáticas; 2) la disciplina en el salón de clase, su efecto en el proceso de enseñanza – aprendizaje y las acciones implementadas para contrarrestar el bajo logro educativo de los estudiantes, 3) Un grupo atípico ¿podrán aprender cálculo integral?, cambios necesarios en los paradigmas de evaluación y de aplicación de exámenes; y 4) Plataforma virtual para el aprendizaje de cálculo integral una consecuencia lógica (y necesaria) en la búsqueda de la mejora de los aprendizajes de esta materia. Se parte de la idea de que compartir las propias experiencias ocurridas dentro del salón de clase (con todas sus limitaciones) es un proceso de autoaprendizaje para la mejora del propio quehacer como docente; es la búsqueda de establecer puntos de encuentro y comunicación entre profesores para ayudarnos a conocer experiencias originales que enriquezcan nuestra labor.

**El recuerdo y la reconstrucción del saber: Consecuencias de un aprendizaje con comprensión. (RI)***Asela Carlon Monroy, Sergio Cruz Contreras (asela.carlon@gmail.com)*

**Introducción.** Es lugar común la queja de profesores sobre “lo poco que saben los estudiantes”, “lo mucho y rápido que olvidan”, “la dificultad que muestran al aplicar sus conocimientos”, etc. En Educación Matemática, estas situaciones pueden ser atribuidas a una deficiente comprensión en los aprendizajes matemáticos. En este sentido, el NCTM (2000) afirma que “aprender matemáticas sin comprensión ha sido un problema persistente desde al menos los 1930” (p. 20).

**El Estudio.** *Propósito.* La finalidad del estudio es indagar, en diez estudiantes de bachillerato, qué recuerdan y cómo llevan a cabo la conversión de representaciones gráfica y algebraica en funciones polinomiales elementales, de la forma  $y = ax^n + b$  donde  $a, b \in \mathbb{R}$ ,  $a \neq 0$  y  $n = 1, 2, 3$ ; después de un año de su aprendizaje y haber mostrado dominio sobre ella. *Instrumento.* El instrumento de

indagación es el *mismo cuestionario* que se le aplicó, un año atrás, al concluir un proceso de instrucción. *Población.* Un año escolar después del proceso de instrucción, se contacta a diez estudiantes (de los 64 que mostraron dominio en la citada conversión) que disponían de un tiempo libre para conceder una entrevista. La situación académica de estos alumnos, al momento de ser entrevistados, en términos generales, es que nueve de ellos, en principio, durante el año escolar que medió entre el término de la instrucción y la entrevista, no volvieron a tener contacto con el contenido matemático en cuestión; las asignaturas que cursaron (Estadística I y II y/o Cibernética y Computación I y II) no están explícitamente relacionadas con el tópico. El otro estudiante, cursó Cálculo I y II y, a decir de él, sí utilizaba, en algunas ocasiones y por iniciativa propia, los conocimientos adquiridos sobre el punto en cuestión como ayuda o soporte en sus clases de Matemáticas.

**Marco Referencial.** En lo fundamental, los referentes teóricos que soportan el estudio son el de Hiebert y Carpenter (1992) para la comprensión matemática y, el de Duval (1998 y 1999), para la conversión de los registros de representación. Los primeros sostienen, entre otras cosas, que: i) el conocimiento se representa interna y externamente; ii) para pensar ideas matemáticas, se requiere representarlas internamente y para comunicarlas, representarlas externamente; iii) cuando se construyen conexiones entre representaciones internas se producen redes internas de conocimiento; iv) una idea, procedimiento o hecho matemático es comprendido si es parte de una red interna; v) la forma en la cual un estudiante genera o trata con una representación externa, revela algo de cómo la tiene representada internamente y, vi) una consecuencia de la comprensión es que promueve el recuerdo. Para Duval (1998, 1999) la conversión de las representaciones requiere la identificación de las unidades significantes en el registro de partida y en el de llegada. Sostiene que la discriminación de estas unidades es la condición necesaria para toda actividad de conversión; por lo que es preciso poder explorar todas las variaciones posibles de una representación en un registro y, posteriormente, la observación de las variaciones concomitantes de las representaciones en el otro registro y segmentar las dos representaciones en sus respectivas unidades significantes, de tal manera que puedan ser puestas en correspondencia.

**Metodología.** i) 67 estudiantes son expuestos a un proceso de instrucción cuya intención es promover un aprendizaje con comprensión y el dominio de la conversión arriba citada. ii) Con el fin de valorar en qué medida logran el referido dominio, al finalizar dicho proceso, los alumnos enfrentan un Cuestionario que consta de dos partes: la primera de ellas (con 15 preguntas) dedicada al proceso *ecuación* → *gráfica* y la segunda (también con 15 preguntas), al proceso *gráfica* → *ecuación*. iii) Un año después, se reúne a diez estudiantes (que mostraron dominio en la conversión), para una entrevista. iv) Estos alumnos desconocen la finalidad de la reunión: enfrentarlos al Cuestionario que habían resuelto un año atrás. v) Se trabaja de manera individual con cada alumno. vi) La entrevista consiste, esencialmente, de tres momentos: (1°) aplicar el Cuestionario sobre la conversión de registros de representación; (2°) conceder el tiempo que los estudiantes estimen necesario para que, con sus propios recursos, intenten disipar las dudas que tuvieron al contestar el Cuestionario; (3°) realizar una *segunda* aplicación del Cuestionario, una vez que los alumnos consideran haber aclarado sus dudas. vii) En los tres momentos, los estudiantes no reciben ayuda alguna del entrevistador; éste, a lo más, en ciertas ocasiones los cuestiona. viii) Fundamentalmente, los datos se obtienen, de las repuestas escritas de los estudiantes y de las notas de los entrevistadores: comentarios o “pensamientos en voz alta” que van realizando los alumnos conforme resuelven el Cuestionario. ix) Los resultados se analizan a la luz de los referentes teóricos: a) las conexiones o asociaciones, en lo general, que establecen los estudiantes entre los registros de representación gráfico y algebraico en las citadas funciones polinomiales; b) el vocabulario y/o notación que reemplazan u omiten los alumnos al enfrentar el mismo Cuestionario que un año atrás; c) la forma en que llevan a cabo, de manera puntual, la conversión de dichas representaciones; d) la manera en que los estudiantes aclaran las dudas que muestran al contestar el Cuestionario. Considerando estos resultados se formulan algunas conclusiones.

**Algunos Resultados.** i) Desde una perspectiva global, los diez alumnos recuerdan la esencia de la conversión de las representaciones bajo estudio, *después de un año de haberlo aprendido*. ii) Un estudiante contesta perfectamente bien las 30 preguntas del Cuestionario desde el primer momento y concluye su entrevista. iii) A medida que los aspectos a recordar se van tornando más específicos, es más difícil que los nueve estudiantes los recuperen de la memoria. Por ejemplo, seis alumnos dudan de si la parábola es “abierta” o “cerrada” cuando  $a > 1$ . iv) Se detectan 11 formas que los estudiantes utilizan para interpretar los objetos matemáticos que reconocen no recordar. Una de ellas es, por ejemplo, el denominado *efecto numérico*. Al parecer, parte del razonamiento que llevan a cabo los alumnos que incurrir en este *efecto*, es el siguiente: si cuando  $a = 1$ , la abertura de la gráfica es “normal”, entonces, si “ $a$ ” es más chica que uno ( $0 < a < 1$ ), la abertura *debe ser “más chica”* que la normal; es decir, la gráfica *debe ser “cerrada”* y recíprocamente. v) Ante la incertidumbre de algunas respuestas, los alumnos son capaces de plantear un procedimiento para zanjarla: tabular y graficar dos o tres relaciones funcionales. vi) Ocho de nueve de los estudiantes, son capaces de “reconstruir”, por si solos, el conocimiento que requieren. Uno, no lo logra. vii) Nueve de los entrevistados, “pierden precisión” en aspectos como el nombre de las curvas y, notación de un punto en el plano. viii) El tiempo promedio que los estudiantes utilizan para recordar y establecer las asociaciones requeridas, “reconstruir” el conocimiento que no recuerdan y contestar, nuevamente, el Cuestionario, es, aproximadamente, 1 hora con 20 minutos.

**Conclusiones.** A la luz de los resultados, es posible afirmar que la instrucción a la que fue sometida la población bajo estudio promueve aprendizajes con comprensión; esto juzgado desde la óptica del recuerdo y la capacidad de los estudiantes para “reconstruir” con sus propios recursos los elementos que no logran recuperar de la memoria de manera inmediata.

**Referencias:** Duval, R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En F. Hitt (Ed.), *Didáctica. Investigaciones en Matemática Educativa II*, 173–201. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Duval, R. (1999). *Semiosis y Pensamiento Humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Universidad del Valle y Peter Lang S. A. Trad. Myriam Vega Restrepo, 1999. Santiago de Cali, Colombia.

Hiebert, J. & Carpenter, T. P. (1992). Learning and Teaching With Understanding. En D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, 65–97. New York: Macmillan Publishing Company.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va.: NCTM.

#### **La construcción de la matriz inversa a partir de un contexto de modelación en Análisis de Señales. (CI)**

Rita Vázquez Padilla, Avenilde Romo Vázquez, María Trigueros Gaisman (ritavz14@gmail.com)

Se reportan los resultados del diseño e implementación de una secuencia didáctica a partir de una situación problemática inspirada en la Separación Ciega de Fuentes (BSS), dentro de un curso de Álgebra Lineal. El diseño de la secuencia se hizo para posibilitar la construcción de la transformación matricial y la inversa de una matriz con base en un diálogo novedoso entre las teorías APOE y TAD. Se presenta una descomposición genética de la transformación matricial inversa y se discuten los resultados de implementarla en un curso dentro de una universidad mexicana, a partir de los Momentos de estudio del ciclo ACE. Se expondrá además, las potencialidades de la BSS como un contexto de modelación que puede tener lugar en cursos avanzados de álgebra lineal y análisis de señales.

#### **Análisis y retos en el aprendizaje de diferentes representaciones de vectores y planos en $\mathbb{R}^3$ . (CI)**

Edgar Possani Espinosa, Ivonne Sandoval (epossani@hotmail.com)

Se presentará un análisis de algunas de las dificultades que enfrentan los estudiantes al trabajar con diferentes representaciones de vectores, planos y sus intersecciones en  $\mathbb{R}^3$ . Utilizando como marco la teoría semiótica de representaciones de Duval, se diseñaron una serie de actividades para evaluar y analizar el trabajo de estudiantes en 3 diferentes grupos a nivel licenciatura tomando cursos de Álgebra Lineal. Se dará una breve introducción a la teoría y se explicarán las actividades. Estas actividades requieren diferentes tratamientos y conversiones para ser resueltas. Un resultado interesante muestra que una vez que un estudiante ha elegido un registro en particular para trabajar la actividad, el alumno suele no realizar las transformaciones entre registros aunque esto facilita la obtención de soluciones. La identificación de estas dificultades en el uso de transformaciones entre los distintos registros puede ayudar a los profesores en el diseño de actividades para promover la flexibilidad cognitiva de los estudiantes y fomentar la facilidad para moverse entre registros, que consideramos una habilidad importante en el aprendizaje y uso del Álgebra Lineal.

#### **Implementación de evaluaciones en la modalidad híbrida del curso Álgebra Lineal. (CI)**

Larissa Sbitneva, Nehemías Moreno Matrínez (larissa@uaem.mx)

Se presenta la descripción de las competencias que se pretende desarrollar en la modalidad híbrida del curso Álgebra Lineal 1, para estudiantes de Licenciatura en Ciencias, así como correspondientes tareas de evaluación. Entre la variedad de los instrumentos de evaluación en línea que tradicionalmente se recomiendan, nosotros proponemos la aplicación de las Configuraciones Epistémicas de la Teoría del Enfoque Ontosemiótico para fomentar la capacidad de los alumnos en soluciones de problemas. Nos enfocamos en el desarrollo de competencias disciplinarias indispensables en el curso del Álgebra Lineal, que es considerado como altamente estructurado: consiste de cinco módulos cuyos temarios y desarrollo está basado esencialmente sobre los anteriores. La implementación de tareas de evaluación en la modalidad híbrida es un proceso laborioso debido a la importancia de realizar un control semanal sobre avances del proceso de aprendizaje. La modalidad híbrida permite aprovechar los beneficios de sesiones presenciales para evaluar ambos tipos de competencias: transversales y disciplinares. La tarea más importante es evaluar el proceso de pensamiento del sujeto en formación así como el resultado de sus actividades operacionales. La plataforma Moodle proporciona una variedad de herramientas y posibilidades tecnológicas para realizar tareas de Evaluación Formativa: cuestionarios, tareas, auto-evaluaciones con diferentes tipos de posibilidades para preguntas-respuestas. Nosotros diseñamos las actividades dentro del espacio virtual Foro para desarrollar tales competencias como capacidad de pensamiento abstracto, capacidad de comunicación así como habilidades de interacciones sociales. Muchos problemas en aplicaciones pueden ser reducidos a los problemas estándares planteados en el marco de la teoría de espacios lineales. Se requiere la Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Entonces los estudiantes tienen que aplicar sus habilidades computacionales y demostrar la capacidad de análisis y síntesis, sobre todo en las aplicaciones de resolución de problemas. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

#### **Diseño de una propuesta de aprendizaje para el MEF. (CI)**

Nelly Rigaud Téllez, Roberto Blanco Bautista (nerigaud@gmail.com)

La descripción de fenómenos y condiciones que responden al empleo de la mecánica del medio del continuo, a menudo se expresan en términos de ecuaciones diferenciales parciales. Una amplia gama de geometrías y problemas que son representadas por esas ecuaciones constitutivas, comúnmente no pueden ser resueltas con métodos analíticos. En lugar de ello, se emplea el Método del Elemento Finito (MEF), que ofrece gran libertad en la estrategia de discretización, tanto para los elementos que son usados, como de las funciones básicas que los representan. A pesar del vasto campo de aplicación del MEF para el análisis de fenómenos que afectan al medio, es poco apreciada, ya que es una herramienta que se percibe "densa" y con un alto grado de dificultad matemática, debido a que su estudio en la academia, se suele reducir a prácticas educativas inconexas y discretas. Consecuentemente, la productividad del MEF no logra su objetivo de diseñar y optimizar diferentes modelos matemáticos del medio, restringiéndose únicamente al uso técnico de

software de solución. Se parte, de que se puede conocer al MEF sin comprenderlo, pero no se puede comprenderlo, sin conocerlo. El objetivo es proponer un diseño de sistema de aprendizaje para MEF que, por un lado, permita al estudiante aprender cómo aprender con mayor eficiencia, y motivarlo a querer aprender, en particular las cosas que necesita para satisfacer sus deseos y ser socialmente útil, de tal forma que pueda acceder en forma natural a la comprensión, conocimiento y aplicación del MEF, a través del empleo del paradigma sistémico. Se presenta una estructura del sistema de aprendizaje propuesto, constituido por un grupo de aprendizaje con células de aprendizaje, de investigación y de prácticas, además, de grupos de soporte, en un ambiente de desarrollo de competencias.

**La construcción de un diálogo entre la comunidad de matemática educativa y los ingenieros a través de la modelación. (CI)**

*Ruth Rodríguez Gallegos (ruthrdz@itesm.mx)*

En la presente conferencia se muestra la importancia del diálogo entre dos comunidades aparentemente disjuntas: la de educadores matemáticos y la de formación de ingenieros. Se inicia con un panorama general sobre un enfoque de enseñanza de las Matemáticas a través de la modelación y simulación de fenómenos reales en una universidad privada del noreste de México centrada principalmente en la formación de ingenieros. Se hablará brevemente en un primer momento algunos antecedentes sobre la enseñanza y aprendizaje del aprendizaje de las Matemáticas a través de la modelación (Blum, Niss et al., 2007; Rodríguez, 2010) en general y en particular de estudios previos desarrollados en preparatoria bajo un punto de vista antropológico. Posteriormente se pretende reflexionar sobre algunas limitaciones de estudios realizados desde una perspectiva teórica particular para emprender estudios más globales sobre la formación de ingenieros para el siglo XXI. Habilidades genéricas varias son requeridas lo cual nos invita a ampliar la visión del enfoque de modelación y simulación de fenómenos complejos y de naturaleza social (Rodríguez, 2013; Rodríguez & Quiroz, 2016). En particular, se espera poder ejemplificar lo anterior con un breve relato de la introducción del pensamiento holístico y/o sistémico en la formación de ingenieros en una clase específica de Ecuaciones Diferenciales (segundo año de universidad, Rodríguez & Bourguet, 2015). A través de la introducción de un nuevo lenguaje y visión sobre los fenómenos, estudios de naturaleza cualitativa permiten mostrar la riqueza de la introducción de una nueva visión, un nuevo enfoque y un nuevo lenguaje para modelar y similar situaciones diversas. La necesidad del diálogo de los educadores matemáticos con la comunidad de ingenieros parece imponerse necesaria y fundamental para la repensar los objetivos de la educación matemática frente a retos que impone la situación actual cambiante y retadora en la cual vivimos. A partir de resultados obtenidos en la formación de ingenieros, se pretende vislumbrar algunas ventajas de incorporar nuevos formas de visualizar y entender los fenómenos que permitan a los estudiantes tener una nueva visión de las matemáticas y un aprendizaje más profundo y certero de las nociones matemáticas.

**Construcción de modelos computacionales de la cinemática de brazos de robot en aulas de ingeniería utilizando un entorno de programación gráfica. (RI)**

*Angel Pretelín Ricárdez (apretelin@ipn.mx)*

En este reporte de investigación se presenta y analiza un conjunto de actividades de modelación computacional desarrolladas por estudiantes de ingeniería. Dichas actividades forman parte de un estudio cualitativo abordado desde un enfoque constructorista en el sentido de Papert. Durante el estudio, los participantes trabajaron de manera individual en actividades orientadas a la construcción de modelos matemáticos computacionales de sistemas físicos. En esta ocasión nos enfocaremos en las actividades relacionadas con la construcción de modelos cinemáticos de distintas configuraciones de brazos de robot en 2D y 3D: Robot Planar 2D, Robot Scara 3D y Robot articular 3D. Como medio para construir (diseñar y programar) los modelos computacionales se utilizó el ambiente de programación gráfico LabVIEW. El objetivo de las actividades era que los estudiantes pudieran refinar y poner en práctica sus saberes así como adquirir experiencia con respecto al modelado matemático de sistemas físicos. Al final, a través del análisis cualitativo de entrevistas hechas a los estudiantes, así como de los procedimientos (ciclos de construcción y modelado) y productos de cada actividad, definimos los aportes de este estudio respecto a otros donde se utilizan otras herramientas computacionales (software) para favorecer las experiencias de aprendizaje con respecto al modelado matemático de sistemas físicos.

**El potencial del problema: El gigante bondadoso. (CI)**

*Verónica Vargas Alejo, César Cristóbal Escalante (vargas.av@gmail.com)*

El aprendizaje de las matemáticas no se reduce a resolver ejercicios y memorizar conceptos, es un proceso de desarrollo de sistemas conceptuales, que cambian de manera continua, se modifican, extienden y refinan a partir de las interacciones del estudiante con su entorno (los profesores y compañeros) y al resolver problemas (Lesh y Doerr, 2003). Los estudiantes deben aprender a plantear preguntas, formular conjeturas, argumentar, tomar decisiones, comunicar, evaluar respuestas y procedimientos. El papel del profesor es esencial para propiciar el desarrollo de conocimiento y habilidades en los estudiantes. Debe preparar las situaciones, actividades y problemas, los ambientes de trabajo en el aula con base en objetivos de aprendizaje y conocimiento previo de los estudiantes. En esta ponencia se presenta, a partir de los resultados obtenidos de una investigación, una Actividad Reveladora de Pensamiento (ARP) denominada el Gigante Bondadoso (Carmona, 2015) que involucra la noción de proporcionalidad. Se analiza desde la perspectiva de Modelos y Modelación (Lesh y Doerr, 2003; Lesh y Yoon, 2004) y el uso de software dinámico (Geogebra) como medio para potenciar el aprendizaje. El objetivo es presentar el análisis de la ARP y mostrar modelos que puede construir el estudiante al resolverla. Con ello brindar elementos al profesor que le permitan implementar la ARP en el aula para promover un ambiente de aprendizaje donde

se promueva la discusión de conceptos y habilidades matemáticas. Los procedimientos (modelos) que se describen en esta ponencia emergieron en una investigación en la cual la población participante fueron cuatro grupos: tres grupos de estudiantes de 15 y 16 años, quienes estaban tomando un curso propedéutico de ingreso al bachillerato, y un grupo de profesores. El marco teórico fue la perspectiva de Modelos y Modelación. La metodología fue cualitativa. Más que contar cuántos estudiantes utilizaron ciertos procedimientos, nos interesó conocer el potencial del problema para apoyar el surgimiento y desarrollo de sistemas conceptuales alrededor del concepto de proporcionalidad. Los resultados muestran que los estudiantes exhibieron procedimientos aritméticos de tipo aditivo y de tipo multiplicativo. Se basaron en la proporcionalidad y en algunas medidas de tendencia central. Los profesores exhibieron procedimientos similares pero de manera organizada. En ambos grupos hubo participantes que mencionaron que el problema no tenía solución. Referencias Carmona (2015). El Gigante Bondadoso (Actividad Reveladora de Pensamiento). San Antonio: Universidad de Texas San Antonio. Consultado el 20 de julio de 2015 en: <https://drive.google.com/file/d/0BxA4nqHRAm7GS3BqbmI6UU9FRzg/view> Lesh, R. y Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modelling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, and H. Doerr (Eds.), Beyond constructivism. Models and Modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching (pp. 3-34). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. Lesh, R. y Yoon, C. (2004). Evolving communities of mind in which development involves several interacting and simultaneously developing strands. Mathematical Thinking and learning, 6(2), pp. 205-226.

### **Matemáticas e instrumentos de trazo (Mecanismos Articulados).** (CDV)

*Esteban Ruben Hurtado Cruz* (estebanrubenh@yahoo.com.mx)

Un sistema articulado es un ensamblaje de barras metálicas diseñado para transmitir movimiento y fuerza. A través de un sistema articulado se han diseñado instrumentos de dibujo y trazado de curvas. Algunos de los instrumentos de dibujo y trazado son: El pantógrafo es un instrumento que sirve para copiar dibujos aumentando o disminuyendo su tamaño (homotecias), basado en paralelogramos articulados El inversor de Peaucellier es un conjunto de barras articuladas ensambladas de tal manera que transforma un movimiento circular en un movimiento rectilíneo. Dichos instrumentos de trazado de curvas han sido estudiados desde tiempos de los griegos y en este trabajo mostraremos: - Como son y como están conformados – Que motivo su estudio y desarrollo – Las matemáticas inmersas en ellos (Geometría Álgebra, Construcciones con regla y compás) – Simulaciones en Geogebra – Propuestas de talleres para trabajar con barras metálicas y construir instrumentos de trazo en el salón de clase – Propuesta para trabajar simulaciones con Geogebra en laboratorios de computo – A manera de motivación para los estudiantes mostraremos aplicaciones a la ingeniería, medicina y biomecánica

### **Algunas sutilezas del teorema de Herón.** (CDV)

*Aarón Aparicio Hernández* (amersen@yahoo.com.mx)

Uno de los resultados básicos que se estudian en geometría elemental, es determinar el área de un triángulo, es bien sabido que si conocemos la base y la altura del triángulo, el área es la mitad de la base por la altura; sin embargo si no conocemos la altura y conocemos la medida de los lados, existe un resultado debido a Herón de Alejandría para calcular el área del triángulo, este resultado probablemente Arquímedes lo conoció pero no lo probó. En esta plática veremos una fórmula análoga a la de Herón pero en términos de las medianas y de los recíprocos de las alturas, para ello nos apoyamos con animaciones por computadora utilizando software libre (GeoGebra).

### **¿Cuál es la aportación de los “artizones” en el aprendizaje de las matemáticas en alumnos de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes?** (RI)

*Mónica González Ramírez* (mgonzalez@utags.edu.mx)

En la Universidad Tecnológica de Aguascalientes existe la necesidad de implementar diversas estrategias de aprendizaje donde los estudiantes sean los principales actores. Ya que los índices de reprobación y deserción no cumplen con los solicitados por el sistema de calidad. La línea de investigación de este proyecto es el área de las ciencias exactas, orientado a la pedagogía de las “Matemáticas”. La investigación se desarrolló dentro de la educación matemática sobre los fenómenos de enseñanza-aprendizaje y la utilización de conceptos lógico-matemáticos. Una estrategia de enseñanza acorde a las necesidades de la institución es la llamada Artizones. La cuál se implementó en las asignaturas de Álgebra, Cálculo Diferencial e Integral y Estadística. En la cual se llevó a cabo una investigación de tipo cuasiexperimental, es un estudio descriptivo, tiene un enfoque cuantitativo donde se utilizó un diseño de encuestas estructuradas, se tomaron en cuenta el análisis de diversas variables, examen diagnóstico, programa de estudio de la asignatura, promedios de bachillerato de los alumnos y promedios del primer cuatrimestre de la materia cursada en la institución, % de reprobación en el cuatrimestre sep-dic 2015, actas de calificaciones de cada parcial evaluado, uso de cuestionarios para aplicar entrevistas para alumnos de TSU en Macatrónica, elaboración de guías del uso de Artizones, instrumento para evaluar el diseño y uso del Artizon. El término Artizón significa “hecho con las manos” y en el contexto de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes se le ha dado una connotación integral, que contempla tanto la utilización del material didáctico, como la dinámica grupal creada por el maestro facilitador, para lograr una adecuada participación de los alumnos. La información obtenida se analizó mediante estadística descriptiva. Por la parte cualitativa se aplicaron entrevistas para llevar a cabo un estudio fenomenológico para conocer cómo se adaptaron los alumnos al implementar la metodología. Existen opiniones a favor de la estrategia donde los alumnos consideran desarrollar habilidades y competencias matemáticas. Además de desarrollar y documentar 11 Artizones en esta investigación.

**Usos y funcionalidades de la tecnología en el currículum en matemáticas y en la formación de profesores de matemáticas. (CI)**  
*Judith Alejandra Hernandez Sanchez (judith700@hotmail.com)*

El impacto de la tecnología como herramienta que puede facilitar el aprendizaje de las matemáticas ha sido estudiado e investigado en los últimos años. Dichos estudios han aportado el reconocimiento de la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, consolidándose en objeto de investigación en la Matemática Educativa. Sin embargo, es en la enseñanza donde se ha encontrado el más grande obstáculo, pues no se ha logrado incorporar como una práctica natural en los profesores. Algunos investigadores proponen que existen variables de diversa índole que podrían estar incidiendo en la implementación de la tecnología en el aula de matemáticas. Una de ellas es la variable de corte institucional; la cual se centra entre otras cosas en las decisiones que toman las instituciones sobre la implementación de la tecnología en el aula. De esta manera, el currículum oficial se constituye en un producto derivado de las disposiciones institucionales y en donde se determina de manera ideal el rumbo que deberá tomar la tecnología en la educación de nuestro país. En nuestra opinión, el currículum oficial incide, hasta cierto punto, en las decisiones de cómo el profesor hace uso de la tecnología en el aula de matemáticas y la manera en la cual ésta es usada en la educación matemática. Es por esta razón que esta conferencia presenta algunos resultados de diversas investigaciones relativos a los usos e intencionalidades presentes en los planes y programas de estudio dirigidos a la formación de los profesores de matemáticas y el currículum en matemáticas del Nivel Medio Superior.

**Empoderamiento de profesores de matemáticas. Un estudio de educación media superior. (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 empoderamiento de profesores de matemáticas en educación media superior (EMS). Se trata de un estudio en el marco del curso denominado "Empoderamiento docente: proceso de desarrollo profesional", coordinado por el Departamento de Matemática Educativa-CINVESTAV-IPN, con la participación de profesores de los diferentes subsistemas de EMS en México. Cuyo propósito consiste en "mejorar el logro educativo, disfrutar de las matemáticas y evitar la exclusión, mediante el empoderamiento docente". Nos enmarcamos en la tesis sobre empoderamiento docente, Gasperini y Cantoral (2013) postulan que el empoderamiento docente es un proceso en el que los profesores logran hacerse dueños de su práctica. Profesores y estudiantes se adueñan de su práctica cuando no se limitan a verificar lo que hacen sino a problematizar del por qué lo hacen así. Al explicar por qué, cómo, para qué lo hacen y cómo ellos se transforman. Es pertinente trabajar en esta línea y en este nivel educativo, ya que constatamos que en la actividad docente, por lo general se escolariza el saber al imponerse criterios de los profesores y de los libros de texto, dejando a los estudiantes en desventaja para aprender. Así se evidencia en los procesos y resultados del plan nacional para la evaluación de los aprendizajes 2016 (PLANEA), en la que participaron 579925 estudiantes de todo el país. En donde se muestra que el 49.2% de los participantes están en el menor nivel y solo el 6.3% en el mayor (PLANEA, 2016), -este plan maneja cuatro niveles de desempeño-. Por su parte el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes 2015 (PISA), reporta que de los estudiantes mexicanos evaluados menos del 1% alcanzan la competencia de excelencia en ciencias, lectura y matemáticas (PISA, 2015). En el empoderamiento docente es fundamental que los profesores seleccionen, diseñen e implementen situaciones de aprendizaje, considerando que éstas son secuencias didácticas que se convierten en situaciones de aprendizaje cuando los estudiantes las asumen como propias, es decir se involucran en las tareas que las integran y en el logro de los propósitos planteados. Las situaciones de aprendizaje en este trabajo están sustentadas en la socioepistemología como posición teórica que explora formas de pensamiento matemático dentro y fuera de la escuela, de manera que emerge "... un cambio de centración: dejar de analizar exclusivamente a los conceptos matemáticos para empezar a analizarlos con las prácticas sociales que acompañan a su producción y que hacen posible su trascendencia de una generación a otra" (Cantoral, 2013, p. 46). En este trascender del conocimiento tiene presencia un discurso matemático escolar y no escolar, y precisamente las prácticas sociales conforman discursos que favorecen la comunicación en matemáticas y la generación de emociones y actitudes positivas por personas y comunidades. De esta manera se crean ambientes propicios para ir del conocimiento al saber, y que los profesores se adueñan de su práctica al estructurar situaciones de aprendizaje, que a su vez aseguran que los estudiantes se empoderen al ubicarse en condiciones de aprender. Sobre esta base reportamos parte de esta investigación cuyo propósito es constatar de qué manera, profesores de EMS inician o continúan un proceso de empoderamiento, por medio del diseño, rediseño y análisis de situaciones de aprendizaje, a fin de que al ejercer su labor aseguren que los estudiantes estén en situación de aprender. Para el logro de este propósito se realiza un taller en línea con duración de tres meses, en el que participan 12 profesores de diversos subsistemas de este nivel educativo. Durante el taller los participantes analizan dos situaciones de aprendizaje denominadas, 1. "Las mezclas" referente al desarrollo del pensamiento proporcional, (Gasperini, 2016). 2. "Llenado de recipientes" sobre pensamiento y lenguaje variacional (Caballero y Moreno, 2016). Dichas situaciones contienen tareas para saber hacer, saber analizar y saber profundizar considerando la problematización del saber matemático, "Buenas preguntas", variables de control epistemológico y de control didáctico. En el taller los participantes responden a las tareas de las situaciones de aprendizaje, las rediseñan, descubren el modelo didáctico que subyace y diseñan e implementan una situación de aprendizaje. Finalmente hacen una explicación que muestra la relevancia de su trabajo en el taller y refleja que en su práctica docente, los estudiantes están en situación de aprender. Sostienen que al trabajar en este campo de empoderamiento docente, los estudiantes se involucran y se empoderan. Uno de los participantes afirma: Estoy convencido que la problematización de las matemáticas es un argumento sólido para empoderar al alumno, proveerle de herramientas, construir habilidades, despertar el interés en el aprendizaje, fomentar el trabajo colaborativo, impulsar el amor por la búsqueda de la verdad y el porqué de las cosas. Referencias bibliográficas Caballero, M. y Moreno, A. (2016).

Situación de aprendizaje llenado de recipientes. Material de apoyo para el curso Empoderamiento docente: proceso de desarrollo profesional, Departamento de Matemática Educativa-CINVESTAV-IPN, México. Cantoral, R. (2013). Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento. Ciudad de México, México: Gedisa Editorial. Difusión de resultados PLANEA 2016. (sf). Recuperado el 10 de Marzo del 2017 de [www.planea.sep.gob.mx/ms/](http://www.planea.sep.gob.mx/ms/). Gasperini, D. y Cantoral, R. (2013). El empoderamiento docente desde la teoría socioepistemológica: caminos alternativos para un cambio educativo. Recuperado el 10 de Febrero del 2017 de <https://www.researchgate.net/publication/261950335> Gasperini, D. (2016). Situación de aprendizaje las mezclas. Material de apoyo para el curso Empoderamiento docente: proceso de desarrollo profesional, Departamento de Matemática Educativa-CINVESTAV-IPN, México. Resultados de México en la evaluación 2015 PISA. (sf). Recuperado el 10 de Marzo del 2017 de <https://www.oecd.org/pisa/PISA2015-México-ESP.pdf>.

#### **Reflexiones sobre la formación matemática y estadística en profesiones de las Ciencias Sociales.** (CDV)

*Daniel Eudave Muñoz* (deudave@correo.uaa.mx)

Desde sus orígenes en el siglo XIX, en las Ciencias Sociales se han desarrollado importantes modelos matemáticos y estadísticos. Sin embargo, también han surgido teorías y enfoques que excluyen los procesos de matematización, partiendo de diferentes supuestos epistemológicos. A la larga esto ha provocado tradiciones de formación universitaria renuentes al uso de las matemáticas y la estadística. Aunque por otro lado, las demandas laborales han motivado la inclusión de la estadística y las matemáticas en los planes de estudios de carreras del área de las ciencias sociales. Esto ha generado tensiones y desencuentros en los enfoques a seguir en la formación profesional, generando finalmente diferentes niveles de competencia en los egresados al enfrentar tareas que requieren del manejo de información numérica, tales como la planeación y evaluación de programas y proyectos sociales de diferente índole. En el presente trabajo se considera como objeto de estudio el ejercicio profesional y los usos y conceptualizaciones que dentro de dicha práctica tienen las matemáticas y la estadística. Nos enfocamos a profesiones del área de las Ciencias Sociales, en donde los cursos de matemáticas y estadística enfrentan con frecuencia dificultades en su implementación así como magros resultados. Se muestran los fundamentos teóricos y la propuesta metodológica para identificar desde el ejercicio profesional de especialistas de la comunicación y la sociología, los campos y situaciones en donde las matemáticas y la estadística adquieren sentido y utilidad, así como los procedimientos y productos más comunes. Se toma como punto de partida la teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias (Camarena, 2009, 2013, 2014), la cual nos ofrece un modelo explicativo y prescriptivo para entender las múltiples interacciones y adaptaciones necesarias para que las matemáticas y la estadística adquieran sentido y funcionalidad en el contexto del ejercicio profesional de diferentes campos en donde las matemáticas no son el objeto principal de estudio. La teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias contempla cinco fases o dimensiones: curricular, didáctica, docente, cognitiva y epistemológica. A partir del objeto de estudio definido (los usos y conceptualizaciones de la matemática y la estadística en el contexto del ejercicio profesional), se podrán abordar las diferentes dimensiones de la teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias: la epistemológica (a partir de los postulados de la cognición en acto y la cognición situada), la cognitiva (para identificar las conceptualizaciones y procedimientos generados a partir de tareas específicas), la docente (para identificar aquellos rasgos que deben atender los profesores universitarios y permitan definir una eventual actualización docente), la didáctica (ya que el análisis de la cognición en la práctica nos permite fundamentar una didáctica de la formación profesional, en el sentido de Pastré, 2006), y la curricular (que permite un replanteamiento de planes y programas de estudio, para hacerlos más pertinentes).

#### **Resolución de problemas en geometría en la educación secundaria en México (1993–2016).** (RI)

*Beatriz Adriana Zuñiga Cruz, Rodrigo Cambray Núñez* (betik\_11@hotmail.com)

Se presentarán resultados de una investigación educativa en la que se revisaron y analizaron los programas de estudio de matemáticas de 2006 y de 2011 de la educación secundaria en México, así como de materiales de apoyo de la Secretaría de Educación Pública (SEP) en cuanto a los contenidos de geometría. Bajo el enfoque de resolución de problemas, propuesto para este nivel educativo desde 1993, esta investigación se centró en el aprendizaje de la geometría. Se analizó qué es un problema de geometría en la educación secundaria en México. De diversos materiales de apoyo de la SEP, se hizo una clasificación de los problemas y ejercicios de geometría que se proponen y se identificó la relación de éstos con el enfoque de resolución de problemas que se plantea en los programas de estudio de matemáticas de 2011. Para lo anterior, se compararon los contenidos de geometría de los programas de estudio de matemáticas de 2006 y de 2011 de la educación secundaria, y se identificó la correspondencia de los contenidos de geometría de los materiales de apoyo de la SEP con el programa de estudios de matemáticas de 2011. Se encontró que es escaso el trabajo propuesto sobre resolución de problemas de geometría y todavía más escaso el planteamiento de problemas de geometría. En realidad, en diversos documentos de la SEP se menciona el planteamiento de problemas, pero en los pocos materiales que los profesores de matemáticas de educación secundaria tienen disponibles no se proponen actividades en las que el alumno tenga que plantear problemas.

#### **El uso de GeoGebra para el análisis y la comprensión de funciones.** (RI)

*María del Carmen Olvera Martínez* (carmen.olvera@ujed.mx)

Se reporta una investigación con un enfoque cualitativo que tuvo como objetivo analizar y documentar en qué medida el uso del Sistema de Geometría Dinámica GeoGebra promueve, en profesores de bachillerato, el desarrollo de conocimiento, recursos y estrategias al

resolver problemas que involucran el estudio de funciones. Se analizaron las construcciones dinámicas de los problemas realizadas por ocho profesores, los procesos de solución que siguieron, así como las videgrabaciones de las sesiones de trabajo. Se presentan los resultados obtenidos en una actividad cuyo objetivo era abordar un problema que involucrara el estudio de una función cuadrática y la discusión de las grandes ideas de: concepto de función, covariación y tasa de cambio, familia de funciones y sus múltiples representaciones (Cooney, Beckmann, & Lloyd, 2010). Las formas de razonamiento que desarrollaron los participantes se describen con base en los episodios de la resolución de problemas y el uso de tecnologías digitales propuesto por Santos-Trigo y Camacho-Machín (2011): comprensión del problema, exploración del problema, diferentes aproximaciones hacia la solución del problema e integración. Se hace énfasis en el último episodio, donde se retomó la discusión sobre la importancia de conocer el dominio de una función y su interpretación dentro del contexto del problema. Los resultados muestran que la exploración de las construcciones dinámicas del problema permitió que los profesores observaran relaciones, patrones de comportamiento e invariantes entre los objetos matemáticos involucrados e identificaran sus propiedades y relaciones entre ellos. El uso de GeoGebra favoreció que los profesores desarrollaran diferentes formas de razonamiento durante la resolución de problemas, las cuales comenzaban con la exploración de objetos matemáticos, identificación de patrones y relaciones entre ellos, luego la formulación de conjeturas, la generación de posibles caminos de solución y las explicaciones parciales antes de obtener la solución. Además, fomentó que los profesores generaran estrategias de solución del problema sin necesidad de establecer explícitamente expresiones algebraicas que lo modelaran, por ejemplo, en la gráfica trazada en GeoGebra, identificaron información visual que posteriormente contrastaron con el modelo algebraico correspondiente. En este sentido, los profesores evidenciaron estrategias de solución del problema pensadas en términos de los comandos que ofrece la herramienta y exhibieron una forma de razonar que reflejaba un tránsito de lo empírico a lo formal, donde el uso de GeoGebra fue crucial para conciliar los acercamientos visuales o geométricos con argumentos algebraicos para justificar las conjeturas formuladas.

**Razones trigonométricas: Nociones en alumnos de tercer grado de educación secundaria. (CI)**

*Ana Belem Valencia Salazar, Rodrigo Cambray Núñez (gatonb@hotmail.com)*

Se llevó a cabo una investigación educativa sobre lo que alumnos de tercer grado de educación secundaria entendían, comprendían o conceptualizaban en cuanto a razones trigonométricas, después de haber trabajado este tema en su salón de clases. Es en este grado escolar del Sistema Educativo Nacional de México donde por primera vez se aborda el estudio de la trigonometría. Se recurrió a 172 alumnos distribuidos en 8 grupos; 3 de estos grupos participaron en un estudio piloto, y el resto participó en el estudio definitivo. En esta investigación se utilizó un cuestionario de 8 preguntas sobre relaciones entre los lados de triángulos rectángulos y sus ángulos agudos, así como la solución de un problema. Además, se utilizó una entrevista semiestructurada aplicada a 12 de los estudiantes, seleccionados con base en sus respuestas del cuestionario. También se entrevistó a una de las dos profesoras de los grupos participantes, dando énfasis a sus consideraciones de cómo debe abordarse el tema de razones trigonométricas con los alumnos. Cabe señalar que en esta investigación se tuvo como un referente los Planes y Programas de Estudio de 2011 de la Secretaría de Educación Pública, basados en competencias. Los análisis de los datos permitieron identificar adicionalmente dificultades y confusiones de los estudiantes en su aprendizaje de las razones trigonométricas.

**Descubrimiento, redescubrimiento, extensión y profundidad de las proposiciones geométricas. (CDV)**

*Ma. Otilia Pastrana Galarza, Elías Sélem Ávila (otiliapasgal@yahoo.com.mx)*

En el taller: "Descubrimiento, redescubrimiento, extensión y profundidad de las proposiciones geométricas". se abordarán distintos aspectos referentes a: Teorema de los Ortocentros. Teorema de Fermat después de  $120^\circ$ : hacia adentro, iteración creciente y decreciente, conclusiones. Teorema de Napoleón: iteración creciente y decreciente; relación con el teorema de Fermat; teorema extendido de Fermat-Napoleón; forma fractal Teoremas de Euler y de los nueve puntos: equivalencia y forma extendida fractal. Teoremas de Miquel y Simpson: Recíproco del teorema de Miquel, una interrelación entre los teoremas de Simpson y Miquel; su estructura fractal

**Categorización del razonamiento probabilístico de estudiantes de bachillerato sobre la distribución binomial  $b(x, 2, 1/2)$ . (RI)**

*Jaime Israel García García, Elizabeth Hernández Arredondo (jaime.garcia.matedu@gmail.com)*

El tratamiento de la distribución binomial en la enseñanza a nivel bachillerato suele estar motivado por el interés en el aprendizaje del cálculo y procedimientos formales. Este trabajo propone su desarrollo con un enfoque dirigido al razonamiento probabilístico con base en las nociones de variabilidad y distribución, y no en los aspectos técnicos mencionados. Bajo el anterior plan, se exploraron las respuestas de dos grupos de estudiantes de bachillerato (Grupo 1 formado por 54 que no había tomado un curso de probabilidad y estadística, y Grupo 2 formado por 30 que había tomado uno, cuyas edades oscilaban entre los 17-18 años) a dos tareas binomiales, de predicción y de distribución, para conocer como razonan al considerar, o ignorar, la variabilidad en sus predicciones antes y después actividades de simulación. El marco conceptual para este trabajo está apoyado por conceptos relacionados con el razonamiento probabilístico, cuyo progreso implica la comprensión de conceptos como partes de un sistema y no como elementos aislados; por consiguiente, aprender a razonar sobre la distribución binomial implica la comprensión de los conceptos interconectados entre sí, en los que se encuentran las grandes ideas propuestas por Gal (2005): aleatoriedad, variación, independencia y predicción/incertidumbre. Decimos entonces que un razonamiento probabilístico consiste en un razonamiento en cuyos enunciados se presenta al menos una



de las grandes ideas de la probabilidad. La metodología implementada se situó en cuatro momentos. La primera y cuarta etapa consistió en aplicar un cuestionario relacionado con una situación binomial  $b(x, 2, 1/2)$ . En la segunda y tercera etapa, los estudiantes llevaron a cabo simulaciones físicas y con el software Fathom, respectivamente. El tratamiento de las respuestas se desarrolló en tablas de contingencia que dividen las respuestas de las preguntas de predicción y de distribución, lo que nos proporciona indicios de cómo reaccionan los estudiantes ante la variabilidad. En la pregunta de predicción, se distinguen las respuestas en las que se dan las frecuencias esperadas (250, 500, 250) de las respuestas restantes. Con respecto a la pregunta de distribución, una clase contiene las respuestas en las que las probabilidades se obtienen mediante el enfoque clásico y la otra contiene las que se obtuvieron mediante el enfoque frecuencial. En el análisis de las respuestas de manera conjunta se considera únicamente aquellas que presentan coherencia a las preguntas; como conclusión se distinguen dos categorías para describir patrones de respuesta: dogmatismo teórico y compromiso empírico; y con ello, se destacan las dificultades que enfrentan los estudiantes en la integración de la variabilidad en sus razonamientos, a pesar de su experiencia con la simulación. Referencias Gal, I. (2005). Towards “probability literacy” for all citizens: Building blocks and instructional dilemmas. En G.A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school. Challenges for teaching and learning* (39-63). New York: Springer.

#### **Anacronismo en la enseñanza de las matemáticas. (CDV)**

*Omar Viguera Herrera (viguera@ciencias.unam.mx)*

La enseñanza de cualquier disciplina debe ser impartida por gente que se ha formado en ella o que la ha estudiado a fondo, por lo tanto es normal que aparezca un desfase entre los resultados que se van obteniendo y el momento en que se adhieren a los programas de estudio. En la matemática este fenómeno va más allá. En las primeras décadas del siglo IX, Abu Ja'far Muhammad ibn Musa Al-Khwarizmi, publicó el tratado “Hisab al-jabr w'al-muqabala”, considerado como el primer libro sobre lo que hoy llamamos “álgebra”. En la actualidad, los programas de estudio de secundaria y bachillerato mantienen una gran similitud al contenido de este tratado. ¿Por qué ha pasado esto? ¿Qué implicaciones tiene? En esta plática usaremos el desarrollo histórico del álgebra como guía para reflexionar, explorar y tratar de entender esta situación.

#### **Descubrimiento del teorema de Pitágoras y su converso en la educación media superior. (RI)**

*Lidia Torres Hernández, Rodrigo Cambray Núñez (ltorresh@yahoo.com)*

Se reportarán resultados de una investigación educativa con estudiantes de educación media superior sobre cómo lograr que descubran el teorema de Pitágoras y el converso de éste (Proposiciones 47 y 48 del libro I de los Elementos de Euclides). En programas de estudios de matemáticas de instituciones de educación media superior en México se incluye el teorema de Pitágoras. Generalmente se pide que se presenten algunas demostraciones de este teorema, y después que se use para resolver diversos problemas. Pocos de los programas analizados en el desarrollo de esta investigación incluyen el converso del teorema de Pitágoras, y sólo en dos se proporcionan estrategias para que el profesor lo aborde con sus alumnos. Para esta investigación se diseñó y aplicó una intervención didáctica mediante la cual alumnos de dicho nivel educativo plantearon conjeturas, primero, en cuanto a relaciones entre las áreas de cuadrados construidos sobre los lados de triángulos obtusángulos o acutángulos. Utilizaron un geoplano para calcular las áreas y poner a prueba sus conjeturas. Así, para cada triángulo compararon la suma de las áreas de dos cuadrados con la del cuadrado construido sobre el tercer lado. Dos de los resultados que enunciaron fueron los siguientes (en sus propias palabras), que, cabe señalar, son parte de las proposiciones 12 y 13 del libro II de los Elementos de Euclides: 1) “Si el triángulo es obtusángulo, la suma de las áreas de los dos cuadrados más pequeños es menor que el área del cuadrado grande”; y 2) “Si el triángulo es acutángulo, la suma de las áreas de dos cuadrados es mayor que el área del tercer cuadrado”. Se mostrará cómo mediante las actividades de la intervención didáctica los alumnos que participaron como sujetos en esta investigación lograron descubrir: i) el teorema de Pitágoras, ii) el converso del teorema de Pitágoras, y iii) teoremas correspondientes a triángulos obtusángulos o acutángulos —proposiciones 1) y 2) anteriores—, así como el converso de cada uno. Vale la pena hacer notar que estos aprendizajes constituyen un rico contexto para el estudio de la ley de cosenos en trigonometría.

#### **¿Qué es matemática educativa? (CDV)**

*Guillermo Garro Gómez (memogarro@ciencias.unam.mx)*

La Matemática Educativa (ME) es una disciplina relativamente joven, y esta denominación suele causar confusión sobre su tema; da la impresión de ser un tipo especial de matemática, como es el caso de las matemáticas aplicadas o las discretas o las finitas, lo cual es erróneo ya que la problemática en que ésta trata de incidir es aquella relacionada con la matemática escolar, que no es la misma de la que se ocupan los matemáticos profesionales, ya que ésta sufre ciertas modificaciones para ser incorporada a los planes y programas de estudio de los diferentes niveles del sistema educativo. En esta plática abordaremos algunos de los principales problemas de la ME en el contexto de las nuevas tecnologías y sociedades cambiantes.

**Desarrollo del pensamiento matemático a partir de la aplicación de retos matemáticos en estudiantes de secundaria. (CI)**

*Alondra Ofelia Rodríguez Arellano, Gricelda Mendivil Rosas (alondra.rodriguez@uabc.edu.mx)*

Se presenta una investigación que tiene como objetivo implementar retos matemáticos para ver el efecto que tiene en el desarrollo del pensamiento matemático, en estudiantes de tercer grado de una secundaria pública de Baja California. Generalmente las actividades que se proponen en el aula sólo cumplen con la función de abordar el contenido, pero para que este conocimiento matemático sea de utilidad en el alumno, Cantoral (2012) señala que es necesario que se potencien procesos cognitivos como el análisis, la justificación, el razonamiento y la validación de resultados, los cuales componen el pensamiento matemático. El estudio es de carácter cuantitativo y se compone de tres fases. Primero se hizo un diagnóstico, se utilizaron dos instrumentos, cuestionario y una prueba estandarizada obtenida de PISA, una vez recopilados los resultados se pasó a la segunda fase: el diseño y aplicación del plan de intervención, las actividades propuestas se basan en la Teoría de Situaciones didácticas, creada por Brousseau (2007), quien plantea que una situación a-didáctica es cuando el docente no interviene en la resolución del problema planteado, sólo se encarga de diseñarlo y relacionarlo con un problema de la vida real, para que el estudiante pueda resolverlo haciendo uso de sus conocimientos previos y consolidar el aprendizaje del objeto matemático, lo que lleva a los estudiantes a la reflexión, hacer personas capaces de argumentar, y vivir experiencias positivas que los impulsen a seguir estudiando las matemáticas. La tercera fase consiste en la evaluación del plan de intervención, donde se identificó mediante la obtención de datos de dos instrumentos (escala Likert y prueba PISA) que el estudio contribuyó a desarrollar competencias matemáticas en los estudiantes, aprendieron a manejar el lenguaje matemático, resolvieron problemas de manera autónoma y mejoraron su desempeño académico.

**Proceso comunicativo emergente en estudiantes de un curso de pre-cálculo mediado con tecnologías digitales. (RT)**

*Jenny Mayerly Gómez Cortés, Sandra Evely Parada Rico (jennygomezcortes@hotmail.com)*

En el marco del 50° Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana, se espera comunicar avances de una investigación experimental que pretende caracterizar las habilidades comunicativas emergentes de la resolución de problemas relacionados con fenómeno de variación mediados por tecnologías digitales en un curso de pre-cálculo. Este curso surge como una alternativa curricular preventiva ante la problemática de bajo rendimiento presente en la asignatura de Cálculo Diferencial de la Universidad Industrial de Santander. La investigación se desarrolla en cuatro fases, dentro del marco de un curso no tradicional de pre cálculo (Fiallo & Parada, 2014) dirigido a estudiantes de primer nivel. Los aspectos teóricos y conceptuales que orientan la investigación, describen el pensamiento variacional (Vasco, 2003), el proceso de comunicación (NCTM, 2003), las habilidades (Rueda, 2016), habilidades comunicativas en matemáticas, como son: la habilidad para interpretar, explicar, justificar y argumentar (Suárez & Rojas, 2013).

**La cadena alimentaria y los diagramas sagitales una introducción a la enseñanza de la composición de funciones a nivel Bachillerato. (RI)**

*Lucía Doval Montes, Apolo Castañeda Alonso, Juan Gabriel Molina Zavaleta (lucia.valmontes@gmail.com )*

Partiendo de la investigación de varios autores que reportan la fragilidad en el manejo conceptual de función (Duval, 1993; 1999; 2006), (Castañeda, González y Molina, 2013), García y Serrano (2000), Castañeda, González y Molina (2013), y Guzmán (1998), y de la experiencia personal como docente de matemáticas el tema de funciones en el nivel bachillerato presenta dificultades para su comprensión y manejo, más aún la composición de funciones. Después de revisar en diferentes fuentes (libros, internet, YouTube) la forma en cómo se aborda y enseña este tema generamos cuatro actividades didácticas cuyo propósito fue apoyar la comprensión y manejo de la composición de funciones de los estudiantes. Las actividades fueron trabajadas con un grupo de 25 estudiantes regulares de la materia de Matemáticas IV de cuarto semestre de una Preparatoria pública. Estas actividades se implementaron en 12 días laborables con duración de una hora cada sesión. En este trabajo se presentan sólo las dos primeras actividades que se desarrollaron considerando la interacción de los estudiantes en trabajo por pares y en equipos de 4 integrantes. La idea de las actividades fue promover la observación, relación, búsqueda de información necesaria para resolver la actividad, el diálogo, el intercambio de experiencias, puntos de vista, estrategias de solución, la propuesta de ideas por parte de los estudiantes, el desarrollo de asociaciones y relaciones de temas en contextos no matemáticos con ideas matemáticas, la exploración por parte de los estudiantes para que entre ellos mismos fueran construyendo de manera intuitiva el concepto y manejo de la composición de funciones. El tema de composición de funciones no fue explicado en clase para estas primeras dos actividades; los estudiantes contaban sólo con el conocimiento previo de funciones, dominio, rango, gráfica de una función y a través de ello y las actividades se esperaba que los estudiantes fueran generando ideas intuitivas alrededor de lo que es la composición de funciones y la manera en cómo se trabajan. La primera actividad no rutinaria consistió en una introducción a la composición de funciones con una lectura de "La cadena alimentaria" posteriormente contestar una serie de 6 preguntas encaminadas a asociar la relación lineal y de interrelación entre los protagonistas que se observa en la cadena alimentaria y el tema de funciones.; la segunda serie de actividades requirió del manejo de "diagramas sagitales" . Las construcciones hechas por los estudiantes al resolver las actividades nos dan un porcentaje de 89.38% de respuestas correctas para la primera actividad que consistía en responder 6 preguntas asociadas tanto a la lectura de la cadena alimentaria como a el concepto de función. En el caso de la segunda actividad los porcentajes de respuestas correctas fueron del 70.8% relacionadas con cuatro ejercicios de relaciones de tres parejas numéricas mostradas como diagramas sagitales. Esto nos permite concluir que las actividades diseñadas fueron favorables para los estudiantes, pues éstos fueron capaces de resolverlas; y en observación de la maestra las respuestas en evaluaciones y en clase

fueron en varios casos mejores en comparación a grupos atendidos anteriormente. Por último en palabras de los propios estudiantes los comentarios cualitativos cuando se les preguntó su opinión sobre las distintas actividades trabajadas fueron positivos.

**La covariación de cantidades y el concepto de función en diferentes contextos . (RT)**

*Keops Xeki García Galván, Fernando Barrera Mora, Aarón Víctor Reyes Rodríguez (keops.xeki@gmail.com)*

Uno de los conceptos centrales en matemáticas es el de función, esto se debe, entre otras cosas, a que permite formular y describir procesos que involucran cambio (Şen-Zeytun, Çetinkaya & Erbaş, 2008). Por otra parte, la idea de covariación, es decir la variación conjunta de dos o más cantidades, es el fundamento del concepto de función y debe ser estudiado a más profundidad. Diversos estudios (Carlson, Larsen y Lesh, 2001; Thompson, 1994a), evidencian que estudiantes, aun después de aprobar cursos de cálculo, muestran dificultades para entender el concepto de función. Por ejemplo, tienen dificultades para representar una relación funcional, ya sea gráfica o analítica, (Earnest, 2015). Por otro lado, Clement, (1988) y Carlson et. al, (2001), han abordado el entendimiento del concepto de función proponiendo tareas en contextos: matemático, real e hipotético (Barrera-Mora y Santos-Trigo, 2000), pero no se ha analizado exhaustivamente la forma en que cada contexto puede contribuir a fortalecer el entendimiento del concepto de función. Con este referente, se muestran los resultados de la implementación de tres tareas de instrucción, una por cada contexto: matemático (triángulos patrones), hipotético (rendimiento de combustible) y real (consumo de agua en un poblado). Los participantes fueron tres grupos de estudiantes de licenciatura en ingeniería industrial, quienes habían cursado cálculo diferencial. Los elementos desarrollados en el contexto matemático, fueron principalmente expresar de manera formal relaciones entre datos e incógnitas, identificación de patrones y, formulación de conjeturas. Esto favoreció el tránsito entre diferentes representaciones del concepto de función. En el contexto hipotético, se comparan las ventajas que tiene el realizar suposiciones que favorezcan el entendimiento de un problema, el análisis visual de las relaciones entre datos e incógnitas y la conexión entre diferentes representaciones. En el contexto real se propone un modelo que describa una situación en términos formales, así como la identificación de variables que permiten identificar diversas cantidades mediante recursos matemáticos, (Barrera-Mora y Santos-Trigo, 2000).



## Matemáticas e Ingeniería

Coordinador: Jonathan Montalvo Urquiza

Lugar: Yelizcalli “104”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Anthony Torres Hdez		
9:30–10:00			Benito Fdo Martínez	Marco A. Taneco	Jorge Raúl Pérez
10:00–10:30	RECESO	Magdalena Marciano	Gilberto González	David A. Sierra	Saúl Domínguez
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Omar A de la Cruz	Juan A Rodríguez	Blanca L Hernández	María M. Olvera
11:00–11:30			<b>RECESO</b>		
11:30–12:00	TRASLADO	Gerardo Lara S.	Ma de la luz Escobar	Noé Martínez Pérez	Fco. G. Benavides
12:00–12:30	Fco. J. Domínguez	<b>Lorenzo H Juárez</b>	<b>Humberto Madrid</b>	<b>Miguel Á Moreles</b>	Rubén Rivera
12:30–13:00	Ulises Velasco García				Rubí I. Gutiérrez
13:00–13:30	<b>Miguel Ángel Uh Z.</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	<b>C O M I D A</b>				
14:00–14:30					
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00	<b>Bertha I. Sánchez</b>	Ruth Rodríguez	<b>TARDE LIBRE</b>	Miguel Ángel Reyes	
17:00–17:30		Alberto Camacho		José Saquimux	
17:30–18:00	Rita Vázquez	Jesús E Hinojos		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30	Teodoro Melchor	Figueroa Navarro C.			
18:30–19:00	José de Jesús Angel	Diana del C. Torres			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### Simulación de problemas de infiltración en suelos parcialmente saturados empleando diferencias finitas generalizadas. (CI)

Francisco Javier Domínguez Mota, Carlos Chávez Negrete, Daniel Santana Quinteros (dmota@umich.mx)

En esta plática se propone cómo aproximar la solución de la ecuación no lineal de Richards empleando diferencias finitas generalizadas en mallas no rectangulares, Se discuten varias estrategias para manejar adecuadamente desde de punto de vista numérico las ecuaciones constitutivas que relacionan la permeabilidad, el contenido volumétrico de agua y la succión, y se muestran resultados para diferentes secciones transversales de estructuras carreteras de interés, haciendo énfasis en el proceso de infiltración en terraplenes.

### Algoritmo híbrido para el modelo de Baer-Nunziato con inclinación para un flujo de dos fases usando invariantes de Riemann. (RI)

Ulises Velasco García, Gerardo Hernández Dueñas, Jorge Xicoténcatl Velasco Hernández (uvelasco@im.unam.mx)

En la presente charla se consideran flujos multi fase en conductos, con el objetivo de simular flujos en conductos con fases sólidas y líquidas y determinar posibles áreas en las que el sólido se podría acumular. La garantía de flujo se puede conseguir previniendo tal situación. Las áreas de riesgo en los conductos dependen en su geometría y la dinámica de flujo y la simulación de dichos flujos puede predecirlos antes de que dicha situación suceda, El modelo consiste de varios conjuntos de ecuaciones Euler junto con las ecuaciones de transporte que describen la dinámica de la porosidad. El sistema es hiperbólico con productos no conservativos debido al intercambio de momento y energía entre las fases, además de los términos de fuente de flotabilidad debidos a la geometría variable y la inclinación de los conductos. Las soluciones numéricas del problema de Riemann consisten en capturar el salto en la solución a lo largo de el salto de la porosidad, resultando en una onda conocida como onda de compactación. De acuerdo con [1] la mayoría de los métodos numéricos mas recientes podrían fallar en capturar de manera correcta las condiciones del salto a lo largo de la onda de compactación. Se propone en la charla un esquema híbrido que captura de manera correcta la solución cerca de las ondas de choque, rafefacción y compactación. [1] Lowe in J. Comput. Phus. 204:598-632,2005).

**Solución de problemas en mecánica de fluidos de millones de variables. (CI)**

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

Muchos problemas de matemáticas aplicadas a ingeniería conllevan no sólo una gran complejidad en el momento de su modelación y solución numérica, sino que además se necesita de métodos computacionales eficientes para resolver grandes sistemas de ecuaciones provenientes de su discretización. En esta plática se presentaran algunos ejemplos de este tipo de problemas en el área de Mecánica de Fluidos con dominios en tres dimensiones y los métodos empleados para su solución. Nos enfocaremos en métodos iterativos adecuados para resolver sistemas lineales usando millones de variables y técnicas de paralelización para poder acelerar su ejecución y mejorar su efectividad. Finalmente presentaremos resultados y potenciales trabajos futuros en el área.

**Reflexiones sobre el papel de las Matemáticas en las carreras de Ingeniería. (CI)**

*Bertha Ivonne Sánchez Luján (ivonnesanchez10@yahoo.com)*

La plática gira en torno a la preguntas: ¿Cuál es el propósito de las matemáticas en las carreras de ingeniería?, ¿Qué matemáticas se requieren para entender los conceptos propios de las ciencias de la ingeniería?. Los ingenieros son usuarios de la matemática y algunas veces no hay vinculación entre los conceptos presentados en los primeros semestres de la carrera, con las aplicaciones en asignaturas de especialidad. Es relevante que los estudiantes se formen de acuerdo a su contexto y ambiente en que se desenvuelven como tales y como futuros profesionistas. Se presentarán algunos ejemplos de prácticas ingenieriles a través de la modelación matemática como estrategia didáctica.

**La separación ciega de fuentes en la formación matemática inicial de futuros ingenieros. (CI)**

*Rita Vázquez Padilla, Avenilde Romo Vázquez (ritavz14@gmail.com)*

La Separación Ciega de Fuentes o BSS (Blind Source separation) es una colección de métodos para resolver un problema inverso dentro del Análisis de Señales, que consiste en separar un conjunto de señales fuente a partir de un conjunto de señales mezcladas con poca o ninguna información sobre las fuentes o el proceso de mezclado. Se reportan los resultados del análisis de la BSS para diseñar e implementar una secuencia didáctica dentro de un curso inicial de Álgebra Lineal en el segundo semestre de ingeniería. El análisis permitió identificar elementos que pueden incluirse en un curso inicial de Álgebra Lineal, combinando la construcción de conceptos teóricos y el uso de tecnología informático, lo que permite acercar el contexto de señales a una etapa temprana de la formación matemática inicial de futuros ingenieros.

**Aplicación de la teoría de la transformada de Laplace en el sector industrial. (RI)**

*Teodoro Melchor Ceballos, Laura Nadxieli Palacios Grijalva, Jesús López Sánchez, Roberto Hernández Tovar, Antonia López Sánchez (ceballos1492@yahoo.com.mx)*

La enseñanza matemática en Facultades y Centros Tecnológicos de Educación Superior en el campo de Ingeniería, tienen cierta ambigüedad debido al Discurso Matemático Escolar que se enseña en el aula; comúnmente, no diserta un conocimiento para matemáticos o ingenieros; y lo más grave, no se abordan proyectos aplicados de problemáticas del Sector Industrial (PSI). Esto motivó el desarrollo de este trabajo y, nos preguntamos: ¿los estudiantes en carrera de ingeniería, aprenderán a Modelar Matemática (Fourier), para utilizarla como egresados? Objetivo, al concluir la carrera; el alumno podrá resolver PSI-Caso: amplificador con retroalimentación. Finalmente, la metodología fue: presentar al Grupo Colegiado del instituto, el anteproyecto, recibir la autorización como proyecto, realización de la investigación, evaluación y reporte final.

**Matemáticas Industriales. (CDV)**

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

EL uso de las matemáticas ha llegado a ser de manera natural fundamental en el desarrollo de la industria. De hecho aunque no se puede medir qué tanto aportan las matemáticas a los productos o procesos industriales, es una realidad que en la actualidad muchas áreas de las matemáticas son usadas en diferentes áreas industriales. Desde simple trigonometría hasta la compleja teoría de números se pueden ver hoy en un producto concreto. Dinámica de fluidos, ecuaciones diferenciales, matemáticas discretas, lógica, geometría, control, análisis numérico, optimización, estadística, procesos estocásticos, teoría de gráficas, entre otras áreas han sido usadas para aplicaciones concretas como servicios financieros, industria aeroespacial, cuidado de la salud, manufactura, telecomunicaciones, energía, transporte, defensa, cómputo etc. Esta plática intenta abrir el panorama a los estudiantes que gustan de las matemáticas y se han decidido a esta a veces un poco absorbente profesión. Para considerar posibles nichos de desarrollo en su futura carrera. Los datos aquí proporcionados han sido tomados principalmente de la abundante actividad hecha por el "Institute for Mathematics and its Applications" en Inglaterra y por la "SIAM (The Society for Industrial and Applied Mathematics)" en Estados Unidos.

**Bosquejo geométrico de estructuras de compresión flotante. (CDV)**

Magdalena Marciano Melchor, Hind Taud; Alan Raziél Cienfuegos Najera; Gibrán Humberto Aranda Bojorges (mmarciano@ipn.mx)

Se considera una estructura de compresión flotante a aquella que corresponde a una estructura de elementos discontinuos conectados por elementos de tensión continua. Es una estructura geométrica que se utiliza para describir la anatomía de algunos sistemas de la naturaleza. En este trabajo mostraremos parte de las propiedades de dichas estructuras y para ejemplificar construiremos una estructura de compresión flotante.

**Ecuación del análisis estructural y dinámica lagrangiana. (CI)**

Omar Antonio De la Cruz Courtois (courtois31415927@hotmail.com)

La mecánica clásica tiene su contraparte en la mecánica analítica al considerar vectores en lugar de escalares. Los tratamientos pueden pasar de un grado de complejidad notable dependiendo la naturaleza del problema. El presente trabajo describe las ecuaciones de Euler-Lagrange y su relación con el principio de mínima acción; estudia algunas aplicaciones del cálculo variacional a la mecánica newtoniana y finalmente, aplica la dinámica lagrangiana al análisis estructural de edificios de cortante a partir de sus modos de vibración; con lo cual modelando los grados de libertad y considerando hipótesis de amortiguamiento se deducen las ecuaciones matriciales para el diseño de sistemas constructivos de varios niveles de altura.

**Una interpretación de una condición de frontera absorbente para la reflexión de ondas electromagnéticas. (RT)**

Gerardo Lara Soberanis (gerardo.lsob@gmail.com)

La propagación y emisión de ondas electromagnéticas puede ser modelada con la ecuación de onda no homogénea. Para obtener el campo eléctrico en un dominio acotado rodeado de un material, es necesario agregar una condición de frontera prevista por la teoría electromagnética, la cual depende de un campo eléctrico externo desconocido. A fin de evitar el cómputo de la solución en todo el espacio, se propuso la condición de frontera absorbente de primer orden, formulada por Engquist y Majda (1977):  $b u_t + c u_n = 0$ ,  $x \in \partial\Omega$ , donde se interpreta al parámetro  $b$  como el índice de refracción del material en la frontera. Se demostró que esta condición de frontera ofrece una aproximación a las propiedades cinemáticas y dinámicas de la reflexión de ondas electromagnéticas, si el material en la frontera tiene un índice de refracción mayor a 2. Para comprobar que el modelo cumple con los criterios de los problemas bien definidos, se empleó el método de la energía para demostrar la unicidad de la solución. Por un método expuesto por Han (2011) en el espacio  $L^2$ , se encontró una desigualdad que establece una cota para la diferencia entre la solución real y la aproximada, verificando la estabilidad de la solución en términos de variaciones en los datos de entrada. Por último, se probó que no es posible encontrar una solución al problema homogéneo por el método de separación de variables, dejando abierta la posibilidad de encontrarla por otro método.

**Referencias:** Engquist, B. y Majda, A. (1977). Absorbing boundary conditions for numerical simulation of waves. *Mathematics of Computation*, **31** (139): pp. 629—651. Han, Q. (2011). *A basic course in partial differential equations*. American Mathematical Society.

**Detección de fuentes en el problema inverso electroencefalográfico. (CI)**

Lorenzo Héctor Juárez Valencia, Jacobo Oliveros Oliveros, Julio Conde Mones, G. Yádira Trinidad Bello (hect@xanum.uam.mx)

En esta charla se hablará del problema inverso electroencefalográfico, el cual consiste en detectar focos epilépticos a partir del análisis de electroencefalogramas. Es decir se conocen mediciones de potencial eléctrico en la superficie de la cabeza y se busca detectar si hay anomalías en el interior del cerebro. Una primera aproximación consiste en modelar el problema mediante un modelo elíptico estático de la actividad eléctrica y se buscan métodos para resolver el problema inverso asociado. Para obtener soluciones numéricas únicas de manera estable se plantea el problema como un problema de control óptimo y se buscan soluciones utilizando la aproximación de elemento finito y métodos iterativos de optimización. Se muestran algunos resultados numéricos bidimensionales utilizando regularización de Tijonov y métodos de multiplicadores de Lagrange.

**La formación de ingenieros, una mirada desde la Matemática Educativa. (CI)**

Ruth Rodríguez Gallegos (ruthrdz@itesm.mx)

La presente ponencia muestra la importancia del diálogo entre dos comunidades aparentemente disjuntas: la de educadores matemáticos y la de formación de ingenieros. A través de la introducción de lenguaje y visión diversas sobre los fenómenos reales que nos rodean, estudios de naturaleza cualitativa permiten mostrar la riqueza de la introducción de otras visiones en la enseñanza de las Matemáticas, un nuevo enfoque y un nuevo lenguaje para modelar y similar situaciones diversas. La necesidad del diálogo de los educadores matemáticos con la comunidad de ingenieros parece imponerse necesaria y fundamental para la repensar los objetivos de la educación matemática frente a retos que impone la situación actual cambiante y retadora en la cual vivimos. A partir de resultados obtenidos en la formación de ingenieros, se pretende vislumbrar algunas ventajas de incorporar nuevas formas de visualizar y entender

los fenómenos que permitan a los estudiantes tener una nueva visión de las matemáticas y un aprendizaje más profundo y certero de las nociones matemáticas. Se pretende igualmente presentar el esfuerzo de un grupo nacional mexicano que avanza en esta dirección.

**Sistema numérico vigésimo-trecenal. (RI)**

*Alberto Camacho Ríos, Bertha Ivonne Sánchez Luján (camachoalberto@hotmail.com)*

Resumen de ponencia en link: [http://www.smm.org.mx//user\\_files/ponencias2016/2017/ponencia109-Sistema-vigesimo-trecenal\\_SMM.pdf](http://www.smm.org.mx//user_files/ponencias2016/2017/ponencia109-Sistema-vigesimo-trecenal_SMM.pdf)

**Diseño de instrumento: Las matemáticas para el estudio de fenómenos de estabilidad en ingeniería electrónica. (CI)**

*Jesús Eduardo Hinojos Ramos, Rosa María Farfán Márquez (jesus.hinojos@cinvestav.mx)*

Se presenta un avance de una investigación de doctorado en el marco de la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa, que actualmente se encuentra en la fase de diseño del instrumento para toma de datos. El instrumento consiste en un conjunto de situaciones de aprendizaje con base en las obras originales de Ohm, Thomson y Maxwell, donde la matematización de la electricidad surge, a través de la analogía de ésta con la teoría del calor de Fourier. Las situaciones de aprendizaje tienen como objetivo principal confrontar la concepción de la electricidad como una sustancia (obstáculo epistemológico presente en las obras de los siglos XVIII y XIX) a través de una génesis histórica artificial con fenómenos de carácter estable en la ingeniería en electrónica.

**Solución numérica de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. (CI)**

*Figueroa Navarro Carlos, Edgar Hernández (cfigueroa@industrial.uson.mx)*

En estudios de análisis numérico en cursos de ingeniería, es común tener que analizar y resolver sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias de sistemas eléctricos, hidráulicos y mecánicos. Muchos ejercicios tienen complejidad analítica y merecen atención propuestas para mejorar su enseñanza. Nuestro trabajo muestra las facilidades que otorga el uso de software para comprender el tipo de solución numérica de muchos sistemas que se estudian tanto en dinámica de sistemas como en análisis numérico que abarca tema de economía y biología. . . Primeramente se resuelve el problema de dos tanques de agua a diferentes concentraciones de sal, sujetos a cambios de concentración salina. de agua, donde la solución del sistema es la concentración instantánea de sal por tanque. Seguidamente se tiene un sistema masa resorte sin fricción, con dos masas unidas por tres resortes, donde se obtiene en la solución la posición instantánea de cada masa. El otro ejercicio de estudio es un sistema depredador-presa, cuya solución numérica es el comportamiento cíclico de cada especie. Otro modelo de interés en física es la ecuación de Van Der Pol, que su solución muestra el peculiar periodo oscilante de este tipo de potenciales. También se incluye un modelo de competencias con un resultado tipo bifurcación. Por último se resuelve las ecuaciones de Lorenz, con un ejemplo sencillo de atractor de la teoría del caos. Nuestro objetivo es mostrar las ventajas de uso de software en la solución de estos sistemas y que nos proporciona facilidades asombrosas en la comprensión de este tema. En cada ejercicio se muestran los códigos de MATLAB y la gráfica respectiva. con la idea de complementar la bibliografía de esa temática.

**Planteamiento del problema de investigación: Uso de la trigonometría en ingeniería. (CI)**

*Diana del Carmen Torres Corrales, Gisela Montiel Espinosa (diana.torres@cinvestav.mx)*

La presente ponencia forma parte de una investigación de doctorado que tiene como fundamento teórico la Socioepistemología, la cual se encuentra en la etapa de planteamiento del problema de investigación. Para configurarlo, se ha partido de una problemática cercana para nosotros, las dificultades que hemos observado de acuerdo a la experiencia y a nuestra investigación de maestría, con estudiantes de Ingeniería en una institución de Sonora, México, que es articular las matemáticas a su área de especialidad, es decir, que el estudiante no es capaz de reconocer y/o utilizar coherentemente las matemáticas para resolver problemas de su quehacer. De manera particular, hemos elegido a Ingeniería en Mecatrónica para estudiar el uso que de la Trigonometría en la asignatura de Robótica (teoría y laboratorio), específicamente en la cinemática del robot. Además, hemos realizado una revisión bibliográfica para situar nuestra investigación en Matemática Educativa, y así plantear el problema de investigación pertinente.

**Cálculo fraccional–operadores diferenciales e integrales de orden arbitrario. (CDV)**

*Anthony Torres Hernandez, Fernando Brambila Paz (anthony.torres@ciencias.unam.mx)*

El cálculo diferencial es una herramienta fundamental que se utiliza en diferentes ramas de la física, matemáticas e ingeniería, diversas teorías tales como ecuaciones diferenciales utilizan el cálculo diferencial para encontrar soluciones a problemas en los que se construye dicha teoría, el cálculo fraccional al ser un tipo de generalización del cálculo abre la posibilidad de generalizar teorías en donde el cálculo diferencial sea su principal herramienta.



**Un modelo para el cálculo del déficit de presión en un pozo petrolero usando derivadas Caputo de orden fraccionario. (CI)**

*Benito Fernando Martínez Salgado, Fernando Brambila Paz, Rolando Rosas Sampayo, Carlos Fuentes Ruíz (masabemx@yahoo.com.mx)*

Un sistema de tres ecuaciones acopladas modela el déficit de presión de un flujo a través de un medio poroso, que considera tres submedios con diferente porosidad (matriz del medio, medio vugular y fracturas) utilizando derivadas de orden fraccional tipo Caputo para el tiempo y derivadas ordinarias para las variables espaciales.

**Latido de corazón mediante la serie de Fourier. (CDV)**

*Gilberto González Soriano, Othoniel Amador Cañedo, Jonatan, Armando Résendiz Marín, Israel Antonio Murillo Cadena, Daniel Álvarez Pita, Juan Roberto García Aguilar, Irwing Sarabia Domínguez (ggsoriano64@gmail.com)*

El proyecto consiste en componer mediante la Serie Trigonométrica de Fourier una señal eléctrica proporcionada por un electrocardiograma (ECG). La forma de onda típica de un ECG está compuesta por funciones definidas en trozos, en la que se destacan una onda P, complejo QRS, onda T, así como dos segmentos P-R y S-T. El ritmo cardíaco dependen de la edad y el sexo, para este trabajo se toma como referencia el diagnóstico de un electrocardiograma de una persona adulto normal y se excluye cualquier anomalía reconocida, por lo tanto el desarrollo de la serie de Fourier es bastante extensa. De acuerdo a referencias bibliográficas el promedio del ritmo cardíaco para personas hombres y mujeres de 16 a 90 años varían desde los 65 a 74 latidos o pulsos por minuto (ppm). Para este ejercicio se realizan suposiciones de un electrocardiograma para un adulto normal con 65 latidos por minuto, y se asume 60 latidos por minuto, 1 latido por segundo, y suponemos que los latidos son regulares, esto significa que la señal es periódica, por lo tanto el periodo del latido del corazón es 1 segundo (1000 milisegundos). El intervalo PR los compone la onda P y el segmento PR, con un intervalo normal de 160 milisegundos (ms). La onda P se asume un ancho de 100 ms (2.5 cuadros pequeños) y el segmento PR un ancho de 60ms. El complejo QRS se asumirá el intervalo de 120 ms. El intervalo ST normal es de 300 ms, y lo compone el segmento ST con 100 ms y la onda T con 200 ms. La señal ECG es función continua a trozos y cada onda de la señal ECG representa una función matemática diferente que es modelada con diversas aproximaciones matemáticas: La onda P se modela mediante una función seno, el complejo QRS se modela con una función exponencial, una ecuación lineal y una función logarítmica, la onda T se modela mediante una parábola. Con el modelo matemático definido para cada una de las ondas: amplitud, intervalo y la función matemática se calculan los coeficientes de Fourier  $a_0$ ,  $a_n$  y  $b_n$  para cada una de las funciones dadas. La serie de Fourier es el resultado de la suma de las series de Fourier de cada una de las funciones matemáticas determinadas.

**Simulación de un sistema de riego controlada mediante una red neuronal autoajutable. (RT)**

*Juan Angel Rodríguez Salinas, Marco Iván Ramírez Sosa Morán, Gerardo Maximiliano Méndez (angelrdz85@hotmail.com)*

En este trabajo se presenta la aplicación de una red neuronal autoajutable como controlador de humedad de suelo en una simulación de un sistema de riego inteligente. Se aplicaron modelos matemáticos para estimación de radiación solar, evapotranspiración, infiltración y percolación, basados en parámetros que dependen de la textura del suelo, profundidad y condiciones ambientales. Además, se modificó un modelo de balance de agua para la simulación del comportamiento de la humedad de suelo con el riego de precisión aplicado, el controlador neuronal realiza la acción necesaria para disminuir el error que se produce al comparar la salida del sistema con el valor de referencia indicado. Se presenta el diseño del controlador neuronal, las gráficas de resultados del comportamiento de la humedad y las láminas de riego aplicadas.

**Uso del análisis de componentes independientes en el estudio de imágenes mastográficas. (RT)**

*Maria de la luz Escobar Hernández, Juan Pérez, María Brox, Manuel Agustín Ortiz, Carlos Erik Galván, José M. Celaya-Padilla, Alejandro Puga (escobarmaria50@yahoo.com.mx)*

En el presente trabajo se presenta una nueva metodología para la detección y estudio de zonas de alto riesgo en imágenes mastográficas, mediante el uso de Análisis de Componentes Independientes, así como métodos topológicos asociados con Homología Persistente. El modelo básico extrae un subconjunto de datos que representa zonas de mayor luminosidad dentro de la imagen, útil en la identificación de lesiones mamarias. Se obtienen así variaciones de intensidad asociadas con la caracterización de tejido dañado o en riesgo. El objetivo de la metodología propuesta, es la detección de anomalías presentes en el tejido mamario, así como la identificación de señales probables de la presencia de cáncer, con fines de diagnóstico.

**Álgebra lineal y sistemas de recomendación. (CDV)**

*Humberto Madrid de la Vega, Marisol Flores Garrido (hmadrid@gmail.com)*

Los sistemas de recomendación son herramientas de software y técnicas capaces de proveer sugerencias de artículos (*items*) útiles para un usuario. Las recomendaciones pueden ser de naturaleza muy amplia: objetos, música, noticias - entre otros - y son estos sistemas quienes orientan a los usuarios de distintos servicios en internet (Netflix, Amazon, Spotify, Facebook, . . .). Cuando un sitio web sugiere un libro, una película, un artículo o a personas conocidas en una red social, está haciendo uso de un sistema de este tipo que realiza sugerencias basándose en el historial y los patrones de uso y consumo del usuario. En este trabajo mostramos la forma

en que los sistemas de recomendación utilizan conceptos y herramientas de Álgebra Lineal. Reconocer esta relación hace posible el uso de dichos sistemas como una herramienta didáctica para la enseñanza del Álgebra Lineal, pues motiva un aprendizaje significativo y enriquece el material del curso al proveer ideas concretas sobre las cuales los estudiantes pueden construir un entendimiento de conceptos abstractos, como espacios vectoriales, distancias, bases y factorizaciones matriciales, entre otros. Adicionalmente puede usarse como un ejemplo de modelación matemática. Los datos se representan como vectores y matrices. Para conjuntos de datos de tamaño modesto se puede usar herramienta relativamente sencilla y para conjuntos de datos mayores se ve la necesidad de reducir la dimensión del problema llevando esto a la necesidad de introducir herramienta más sofisticada. Este tema es un área activa de investigación debido a que el rápido crecimiento de las bases de datos plantean retos tanto computacionales como matemáticos.

**Procesos ondulatorios en medios viscoelásticos.** (CI)

*Marco Antonio Taneco Hernández (moodth@gmail.com)*

La teoría de la viscoelasticidad describe procesos en los cuales el estado de un sistema mecánico depende de una completa descripción de todas las acciones o fuerzas que actuaron sobre él. Actualmente el desarrollo acelerado de esta teoría ha sido estimulado por las diversas aplicaciones tecnológicas relacionadas al estudio del deslizamiento o arrastre de diversos cuerpos, tales como metal, concreto, rocas entre otros. A través de pruebas mecánicas, tales como las de tracción, compresión o de torsión, realizadas sobre ciertos materiales se ha descubierto que existe una correspondencia uno a uno entre la tensión y la deformación, por lo tanto, se hace necesario introducir al tiempo dentro de las ecuaciones constitutivas de una u otra forma. Es esta charla consideraremos las ecuaciones de movimiento de una barra, de cierta densidad dada, infinita en ambas o una dirección, que experimenta vibraciones longitudinales bajo la acción de una carga externa, y una relación tipo tensión-deformación, la cual involucra un operador de diferenciación de orden fraccionario respecto de la variable temporal. Analizaremos algunos problemas de valores inicial y de frontera, producto de la modelación de los antes mencionados procesos ondulatorios en medios visco-elásticos, utilizando algunas de las recientes propuestas de derivadas de orden fraccionario.

**Criterios de estabilidad de sistemas lineales.** (RT)

*David Alejandro Sierra Andrade, Luis Enrique Garza Gaona (dasierra88@gmail.com)*

Un sistema de control es asintóticamente estable si, y solo si, su polinomio característico es Hurwitz, es decir, que sus raíces tienen parte real negativa. En particular, el desarrollo de métodos para determinar el carácter Hurwitz de un polinomio a partir de sus coeficientes es de especial interés, ya que permite saber si un polinomio dado es Hurwitz sin encontrar explícitamente sus raíces. Existen varios criterios para precisar el carácter Hurwitz de un polinomio, entre los que destacan el criterio de Routh-Hurwitz, el criterio de Liénard-Chipart y el test de estabilidad. Estos criterios involucran solamente los coeficientes del polinomio característico. El trabajo de tesis está orientado a mejorar los anteriores criterios.

**Estabilidad robusta de sistemas de control digital LTI.** (RI)

*Blanca Leticia Hernández Galván, Jorge Antonio Lopez Renteria Guillermo Fernández Anaya (blanleth@gmail.com)*

En este trabajo, una retroalimentación discreta de tiempo  $u = -kc^T x_m$  será introducida en un sistema discreto LTI con de la forma  $x_{m+1} = Ax_m + bu$ , produciendo una familia monoparamétrica de sistemas LTI. Se desarrollará una técnica de aproximación polinomial para calcular el máximo intervalo de estabilidad robusto del sistema monoparamétrico utilizando el principio de exclusión cero y el teorema de cruce de fronteras.

**Aplicaciones de polinomios ortogonales en la estabilidad de sistemas de control.** (CI)

*Noé Martínez Pérez, Luis E. Garza Gaona, Baltazar Aguirre Hernandez (noemp.9114@gmail.com)*

En esta tesis, obtenemos una conexión explícita entre los polinomios Hurwitz y los polinomios ortogonales. Es decir, se muestra que dado un polinomio Hurwitz, este puede ser descompuesto en dos partes: un polinomio que es ortogonal respecto a alguna medida positiva soportada en  $\mathbb{R}^+$ , y su correspondiente polinomio de segundo tipo. Conversamente, dada una sucesión de polinomios ortogonales respecto a alguna medida positiva soportada en  $\mathbb{R}^+$ , podemos construir una sucesión de polinomios Hurwitz. También se demuestra que, al igual que los polinomios ortogonales, ciertas familias de polinomios Hurwitz satisfacen una relación de recurrencia a tres términos. Más aún, encontramos una manera de construir familias de polinomios Hurwitz mediante un par de sucesiones de parámetros y la relación de recurrencia a tres términos, obteniendo así un teorema análogo al Teorema de Favard para el caso de los polinomios ortogonales. Por último, utilizando los resultados anteriores, se deducen nuevas condiciones necesarias y suficientes para que un polinomio real sea Hurwitz.

**Métodos de la física matemática para determinar la masa seca en un aguacate.** (CDV)

*Miguel Ángel Moreles Vázquez, Marcos Capistrán, Andrés Christen (moreles@cimat.mx)*

En la charla describiremos un proyecto de consultoría, desarrollado por el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) para una industria Michoacana. El problema subyacente es determinar el contenido de masa seca en un aguacate por medio de la tecnología del espectro del infrarrojo cercano. Siendo los detalles técnicos propiedad de la empresa, solo mostraremos algunos problemas y métodos de la Física Matemática que aparecen en este y en otros problemas de la industria de alimentos.

**Ingeniería sin matemáticas: ¿Es posible?** (CDV)

Miguel Ángel Reyes Gerónimo (mirage\_mat@hotmail.com)

En este trabajo, mostraremos qué no es posible hacer ingeniería sin matemáticas, la importancia de la matemática dentro del campo de la ingeniería es indispensable. La matemática ha permitido entender lo que acontece a nuestro alrededor y ha permitido responder a un sin número de preguntas de muchos fenómenos físicos, y en el campo de la ingeniería ha permitido muchos avances... es claro pues, que la ingeniería no es ingeniería sin las matemáticas.

**Demostraciones visuales de integrales complejas con GeoGebra: Una propuesta pedagógica basada en campos de Pólya.** (CDV)

José Saquimux Canastu (jsaquimux@yahoo.co.uk)

Presentamos un conjunto de demostraciones visuales de algunas integrales complejas en el ambiente dinámico e interactivo del GeoGebra (<http://www.geogebra.org>). Describimos sus fundamentos e ideas que sustentan su elaboración y uso pedagógico. Usamos representaciones en el plano complejo y áreas netas bajo las curvas de componentes tangencial y normal de los vectores de Pólya para visualizar y aproximar numéricamente las partes real e imaginaria de la integral. Ilustramos su uso como medio visual y de cálculo numérico útil para explorar en ambiente dinámico e interactivo algunas propiedades de integración compleja elemental. Señalamos sus bondades y aspectos problemáticos principales como herramientas didácticas.

**Estrategia de modelación y optimización multi-objetivo y multi-periodo para el diseño de la cadena de abastecimiento del hidrógeno en México.** (RI)

Jorge Raúl Pérez Gallardo, Sofía de León-Almaraz (raul.perez@cimat.mx)

En este trabajo se desarrollará una estrategia para proponer y evaluar escenarios multi-período de la posible cadena de abastecimiento del hidrógeno empleando energías renovables (ERs) en México. En nuestro país cobra cada vez más relevancia el satisfacer la creciente demanda de energía empleando tecnologías más limpias y que permitan abatir los problemas causados por el uso de fuentes fósiles. La economía del hidrógeno podría estimular y aumentar la penetración de fuentes de energía renovables (ERs) al solucionar la intermitencia de éstas. El hidrógeno, al ser empleado como vector energético, permite almacenar la energía generada para ser utilizada posteriormente en pilas de combustible estacionarias o en vehículos eléctricos. La cadena de abastecimiento del H<sub>2</sub> es modelada matemáticamente para determinar la red de abastecimiento óptima para uso vehicular. Dicha cadena integra a proveedores de ERs, productores de H<sub>2</sub>, centros de almacenamiento y modo de transporte a usuarios finales. El modelo matemático fue programado bajo el ambiente de GAMS y resuelto utilizando CPLEX. El método  $\epsilon$ -constraint para la optimización multi-objetivo y la aplicación de una estrategia de análisis multi-criterio fueron empleados para encontrar las configuraciones que ofrece el mejor compromiso entre el costo total de la cadena de abastecimiento y las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas a lo largo del periodo de evaluación. El estudio fue proyectado a escala nacional para una demanda a largo plazo evaluando cortes en 2020 y 2035. En cada corte se despliega las fuentes de ERs empleada, el tipo, número y ubicación de almacenes y plantas de generación de H<sub>2</sub> así como la red de distribución.

**Aplicación de un meta-modelo para la mejora del proceso productivo de la industria láctea en México y Países Bajos.** (RI)

Saúl Domínguez Casasola, Ciro Filemón Flores Rivera, Heriberto Salazar Soto, Edén Mayor García (A00988197@itesm.mx)

La industria de los lácteos tanto en México como en los Países Bajos se caracteriza por su fuerte relevancia para la economía de sus naciones. Esta actividad genera cuatro millones de empleos directos e indirectos en México (SAGARPA, 2015), y 45,000 empleos directos en Países Bajos (Consultants, (NZO), & DairyNL, 2015). Además, la creciente demanda de procesos amigables con el ambiente, eleva la urgencia de tener procesos eficientes, con menor desperdicio, y que aprovechen al máximo los recursos implicados. Para ello, se propone un modelo dinámico para el comportamiento del sistema económico de los productores de leche utilizando diagramas de Forrester, identificando así variables relevantes que tengan una mayor causalidad en la relación costo/beneficio. Dichas variables son incluidas en un modelo de programación entera mixta (MIP), que maximiza el rendimiento económico de las empresas ganaderas, al encontrar los valores adecuados para tales variables críticas. El MIP se resuelve con la implementación de una heurística conocida como recocido simulado. Ello permitió generar una estrategia para los productores de leche, tanto mexicanos como neerlandeses, para la toma de mejores decisiones. Palabras clave: Modelos de Forrester, optimización heurística, programación entera mixta, recocido simulado.

**Problema de orientación con prioridades de distribución en logística humanitaria.** (RT)

María Magdalena Olvera Hernández (maledereyes@hotmail.com)

Las consecuencias de los sismos y otros desastres naturales han implicado grandes pérdidas humanas y materiales, existe un creciente interés en desarrollar medidas de mitigación y preparación antes que ocurra un desastre, así como planeación de respuesta a estos acontecimientos. Nuestro objetivo es generar un enrutamiento de un vehículo que procederá a brindar suministros a las personas que lo requieren, distribuirá alimentos no perecederos y medicamentos básicos de primeros auxilios, reduciendo costos y considerando diferentes niveles de urgencia de puntos afectados mediante un triaje lo cual es una clasificación de víctimas para determinar la

prioridad de sus necesidades de atención y lugar adecuado de tratamiento según Bowers (1960). Se estudian los diferentes tipos de triaje que actualmente se manejan en campo, los cuales cuentan con diversa tecnología, utilizando mensajes de texto, twitters, drones, imágenes satelitales entre otros. Hay diversas alternativas para abordar un problema de enrutamiento, hay Ruteo de Vehículos Capacitado (CVRP), Problema de Ruteo de Vehículo con Habilidades (SVRP), Ruteo con Ventanas de Tiempo (VRPTW), etc., este enrutamiento lo estamos abordando como un Problema de Orientación (OP) y restricciones de precedencia para administrar prioridades, de esta manera se pretende realizar una entrega eficiente a la población afectada. La principal contribución de este trabajo es proponer un nuevo método de solución que aporte soluciones eficientes al problema de ruteo de suministro de insumos en casos de emergencia.

**Análisis de variabilidad de series de tiempo mediante variogramas. (CI)**

*Francisco Gerardo Benavides Bravo, Francisco Javier Almaguer Martínez, Victor Gustavo Tercero Gomez, Alvaro Eduardo Cordero Franco, Roberto Soto Villalobos (fgbenavid@gmail.com)*

En este trabajo se emplea metodología geoestadística, con el fin de explorar el comportamiento de las variaciones en diferentes periodos, mediante variograma, aplicado a datos pluviométricos, de diferentes estaciones, proporcionadas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El objetivo es explorar este comportamiento de las series de datos temporales utilizando esta herramienta geoestadística.

**Clustering para datos de tráfico en el Área Metropolitana de Monterrey. (CI)**

*Rubén Rivera Cuevas, Jonathan Montalvo-Urquizo (ruben.rivera@cimat.mx)*

En este trabajo se presentaran algunos resultados preliminares de técnicas de agrupamiento para datos de tráfico vehicular en el Área Metropolitana de Monterrey (AMM). Las técnicas de agrupamiento tienen como finalidad generar un marco de referencia que permita diagnosticar y agrupar los diferentes días para un posterior tratamiento hacia la generación de pronósticos de tiempos de traslado a lo largo de rutas pre-establecidas en el AMM. Se presentarán los datos usados como base para el estudio y algunos resultados de agrupamiento.

**Métodos de interpolación geoespacial para la concentración de contaminantes y clima. (CI)**

*Rubí Isela Gutiérrez López, Jonathan Montalvo Urquizo (rubi\_af15@hotmail.com)*

La emisión de algunos contaminantes atmosféricos tiene una relación directa con la situación atmosférica y el clima de una región. Tal es el caso de la ZMM (Zona Metropolitana de Monterrey), destacada por ser una de las ciudades principales a nivel nacional en la industria manufacturera y en los servicios comerciales, la cual genera una gran cantidad de contaminantes como NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> que provienen principalmente de vehículos automotores, industria y las actividades económicas que se desempeñan en la ciudad. Este trabajo tiene como propósito mostrar una comparativa de algunos métodos de interpolación espacial dadas 10 ubicaciones muestrales según la base MWTP (Monterrey Weather, Traffic and Pollution Database) para aproximar la concentración de contaminantes en las zonas desconocidas de la ZMM, junto con un análisis de las correlaciones con las variables temperatura, humedad y presión obtenidas en 32 ubicaciones. Además, se pretenden distinguir las relaciones del clima con los niveles de tráfico para las combinaciones de ruteo entre siete ubicaciones de las vialidades principales de Monterrey a través de los tiempos de traslado.

## Matemáticas en la Economía y las Finanzas

Coordinador: Biliانا Alexandrova Kabadjova

Lugar: Yelizcalli "201", Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	José Ramón Guzmán	J. del Rosario Sevilla	Carlos A Soto
9:30–10:00			Ana C Hernández	Francisco Sánchez	Daniel Cervantes
10:00–10:30	<b>RECESO</b>	Claudia de La Torre	Daniel Velázquez	Abigail Rodríguez	Héctor H Montes
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Serafín Martínez	Miguel Á. Reyes	Francisco Corona	Luis J Álvarez
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>	Carlos Ivan Cañon	<b>Gilberto Calvillo</b>	<b>Javier Marquez Díez</b> (Curso)	Daniel Hernández
12:00–12:30	Carlos Pérez	Carlos Ivan Cañon	Ch. Cernichiaro		Alberto Saavedra
12:30–13:00	Carlos Coronado	<b>Edgar Possani</b>	Octavio Gutiérrez		<b>Othón Moreno</b>
13:00–13:30	Miguel Angel López	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Miguel Angel López				
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	Ramiro Bastar	Ramón S Salat	Talia S Rodríguez	Gustavo O Cano	
17:30–18:00	Alejandro Ortiz	<b>Erick Treviño</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Abigail Echeverría	Ma Teresa V Martínez			
18:30–19:00	Luis Manuel Díaz	José A Climent			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

### Aplicación de la teoría celular en el diseño de sistemas de misión crítica. (CI)

Carlos Pérez Leguizamo, Juan Sebastián Guadalupe Godínez Borja (cperez@banxico.org.mx)

In a globalized market, technology evolution is neither an option nor an election but a necessity. The future of both humans and systems points toward a singularity within a short timeframe. We are converging into a symbiosis, which is why we have been evolving most traditional systems architectures and technologies into critical and high availability systems, so they can provide services available 24/7 in a precise and uninterrupted way. As a response to the necessities previously mentioned, there currently exist some efforts focused on solving said problems. A remarkable option among them is the Autonomous Decentralized System Oriented Architecture (ADSOA), a novel architecture that takes as an analogy the survival mechanisms of living organisms, as well as the backbone of the specialization of functions through the genetic code that cells provide to a living thing, in order to deal with constant requirements that exist under a high demand system that provides uninterrupted services. Thus, ADSOA becomes a solid bridge between hitherto known architectures to business architectures that demand 24/7 services for internal and external business partners.

### Esquemas de firma digital, su seguridad y aplicaciones. (CDV)

Carlos Coronado García (coronado@banxico.org.mx)

Actualmente se emplean firmas digitales en documentos electrónicos como facturas fiscales o comprobantes de pagos. La finalidad del empleo de firmas digitales es la de sustituir el uso de papel por el uso del medio electrónico, garantizando la autenticidad e integridad de la información involucrada, con el consecuente beneficio en algunos procesos burocráticos, operativos, etc. En la presenta plática se abordará el tema de esquemas de firma digital, su seguridad en cómputo convencional, una breve introducción al cómputo cuántico y su impacto en la seguridad de algunos esquemas de firma digital, sobre esquemas de firma digital postcuánticos y finalmente, de la aplicación del uso en general de la firma digital.

### Paralelización de algoritmos en unidades gráficas de procesamiento (GPUs). (CDV)

Miguel Angel López Mendoza (mlmendoza@banxico.org.mx)

Introducción al uso de la más alta tecnología en multiprocesamiento con unidades de procesamiento gráfico (GPUs), para atacar problemas matemáticos, estadísticos, gráficos o de cualquier naturaleza que puedan ser resueltos con algoritmos paralelizables. Así

mismo, se presentan los elementos de cómputo necesarios con los que se deben de contar, el procedimiento de paralelización, y un ejemplo en ejecución con su código fuente para que el asistente pueda tener una visión completa del como se implementa esta tecnología para la resolución de problemas que demanden una gran cantidad de unidades de procesamiento.

**Programación básica para representación de graficas 3D en tiempo real con DirectX.** (CDV)

*Miguel Angel López Mendoza* (mlmendoza@banxico.org.mx)

Introducción a la programación básica necesaria para la representación de gráficas 3D en tiempo real. Se presentan los fundamentos de la programación de la API DirectX que requiere el estudiante o investigador en física, matemáticas, o áreas afines para implementar interfaces de graficación de muy alto desempeño e interactivas que se requieren para visualizar comportamientos o monitoreo de parámetros en tiempo real en un formato tridimensional.

**Bitcoin, sus métodos y algoritmos.** (CDV)

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

En esta plática describimos la parte matemática y algorítmica de la moneda digital llamada BitCoin, dada a conocer por Satoshi Nakamoto en una lista de discusión criptográfica en el 2008. El bitcoin es una de las últimas aplicaciones de la criptografía de clave pública que tiene gran relevancia. Hace uso de la firma digital, inventado desde 1977 por Rivest Shamir y Adleman, ésta ha podido resolver problemas importantes de seguridad en diferentes usos del mundo digital, por ejemplo, con una firma digital se puede verificar sin error quién ha mandado un mensaje de correo electrónico. Además, Bitcoin usa un esquema conocido como peer-to-peer (par a par) de redes de comunicación y un time-stamp (sello de tiempo), funciones hash y árboles de Merkle. El principal objetivo de bitcoin es crear una moneda que sirva para diferentes usos y que no sea controlada por algún banco central. Su valor es muy especulativo, pero tiene la garantía de poder ser usada por todo el mundo sin restricciones y para todo tipo de transacción (que use bitcoins).

**Clusterización de Bancos Mexicanos basada en la red de pagos SPEI.** (RT)

*Ramiro Bastar Gonzalez, Biliána Alexandrova Kabadjova, Rajesh Roshan Biswal* (bastar\_cg@hotmail.com)

El clustering es la técnica de data mining que consiste en la división de los datos en grupos de objetos similares, este trabajo se enfoca en el análisis de la red de pagos SPEI desde el punto de vista de la clusterización, con base en ciertos indicadores programados sobre la red, como lo son el degree, cantidad de envíos realizados por los bancos, y sus respectivos montos, en búsqueda de grupos de bancos que se comporten de manera similar, utilizando el algoritmo de k-means.

**Desarrollo de estructuras multidimensionales para la reorganización de las transferencias de pago en SPEI.** (RI)

*Alejandro Ortiz Manriquez, Biliána Alexandrova Kabadjova* (alex.ortiz@ciencias.unam.mx)

En esta plática se abordará el proceso del desarrollo de estructuras multidimensionales para reorganizar las transferencias de pago registradas en SPEI (Sistema de Pago Electrónico Interbancario). Esto con el fin de que los datos sean aptos para su análisis y la toma de decisiones en materia de política de infraestructuras del mercado financiero. Adicionalmente, la reorganización permite la visualización de las series de tiempo desde distintas perspectivas y la flexibilidad para trabajar con los datos: facilita la implementación de algoritmos para el análisis que ayude a identificar fraudes, recomendar decisiones de política e identificar situaciones de riesgo de mercado, crédito y liquidez.

**Detección de anomalías en datos financieros utilizando data mining.** (RT)

*Abigail Echeverria Cabrera, Biliána Alexandrova Kabadjova, Rajesh Roshan Biswal* (ing\_echeverria@outlook.com)

Una anomalía se define como la existencia de una discrepancia de una regla, y para poder detectarlas, se tiene que definir primero lo que se considera como un comportamiento normal de un sistema, para posteriormente realizar una clasificación sospechosa o intrusiva a aquellos comportamientos que se desvíen de lo que se considera como normal. La detección de anomalías es el proceso de monitorear las situaciones que ocurren en un sistema o red de cómputo y examinarlos en busca de signos de algún tipo de datos anómalos. Este trabajo, se enfoca en el análisis de la red de pagos del SPEI para poder establecer indicadores de red, los cuáles haciendo uso de un algoritmo de data mining nos permita identificar los comportamientos de los bancos a través del tiempo y con base en esto poder detectar anomalías.

**Una métrica en datos secuenciales para clasificación.** (RI)

*Luis Manuel Díaz Meza* (luisdiaz@matem.unam.mx)

Inspirados en la generación de scores de riesgo crédito, donde el objetivo es pronosticar el comportamiento de los clientes, o en problemas de clasificación de clientes de acuerdo a sus hábitos, resalta la importancia de la construcción de variables con alto poder predictivo y clasificadores a nivel cliente (no a nivel transaccional). Los datos normalmente se presentan a nivel transaccional y de

índole muy variada, por ejemplo datos con detalle de compras con tarjetas de crédito. Típicamente en la industria se suelen construir variables sumarizadas del tipo *Promedio de Compras en los últimos 6 meses*, etc. perdiendo con ello la riqueza intrínseca del detalle transaccional. Se propone una metodología con la que se pretende construir variables con mayor poder predictivo. Dado un conjunto  $X = X_0 \times X_1 \times \dots \times X_n$ , con cada  $X_i$  espacio métrico (por ejemplo el conjunto de compras con TDC {comida, \$500, línea alta}) y el conjunto  $S(X)$  de secuencias (sucesiones finitas de elementos de  $X$ ), se propone una distancia en  $S(X)$  basada en una generalización de la distancia de Levenshtein. Esta distancia incorpora efectos de inserción, extracción, intercambio de características en las secuencias, así como los aspectos métricos propios de cada componente. Finalmente mediante técnicas de clusters en espacios métricos es posible extraer información útil. Se habla un poco de sus propiedades y se muestran ejemplos de su uso.

#### **Análisis de redes del sistema de liquidación de valores en México, y el impacto ante el riesgo liquidez. (RI)**

*Claudia de la Torre Adame (cdeletorre@banxico.org.mx)*

Los sistemas de liquidación de valores son considerados componentes fundamentales en el sistema financiero, y las deficiencias o incumplimientos que incidan en ellos, pueden llegar a ser una fuente de turbulencias sistémicas tanto para los mercados de valores, como para otros sistemas de pago y liquidación. De igual manera, estos hechos pueden generar presiones de liquidez o pérdidas para otros participantes, incluso, tienen el potencial de propagarse. Dada las consecuencias, es relevante que se estudie al sistema de liquidación de valores en México, desde una perspectiva de redes. Este enfoque nos permitirá estudiar a la infraestructura con una visión sistémica; es decir, poniendo la relevancia del análisis en el sistema en su conjunto en contraposición a estudiar las unidades de las que se compone dicho sistema. Adicionalmente, se desarrollarán condiciones que generen estrés en la infraestructura, y con base en ello se analizará el impacto ante el riesgo de liquidez y su posible contagio entre aquellos sistemas con los que se encuentre conectado.

#### **Multiplex financial networks: revealing the level of Interconnectedness in the Financial System. (CI)**

*Serafín Martínez Jaramillo, Alejandro de la Concha Duarte, Christian Carmona Perez (smartin@banxico.org.mx)*

The network approach has been useful for the study of systemic risk; however, most of the studies have ignored the true level of interconnectedness in the financial system. In this work we show the missing part on the study of interconnectedness of the banking system. Complexity in modern financial systems has been an important subject of study as well as the so called high degree of interconnectedness between financial institutions. However, we still lack the appropriate metrics to describe such complexity and the data available in order to describe it is still scarce. In addition, most of the focus on the subject of interconnectedness has been on a single type of network: interbank (exposures) networks. In order to have a more complete view of the complexity in the Mexican banking system, we use a comprehensive set of market interactions that include transactions in the securities market, repo transactions, payment system flows, interbank loans, cross holding of securities, foreign exchange exposures and derivatives exposures. This is the first attempt, to the best of our knowledge, to describe so comprehensively the complexity and interconnectedness in a banking system. By resorting to the multiplex paradigm we are able to identify the most important institutions in the whole structure, the most relevant layer (in structural terms) of the multiplex and the community structure of the Mexican banking system.

#### **How does belief mismatch at the repo market Affect Banks' Risk Taking? (CI)**

*Carlos Ivan Cañon Salazar, Adrián Pardo (ccanon@banxico.org.mx)*

Using proprietary data we evaluate a channel through which open-ended funds, an important type of shadow bank, can affect commercial banks' risk taking at their regular lending activities. In particular, we study the effect of belief mismatches, between banks and mutual funds, at the repo market over the determination of asset prices, as well as over the willingness of banks to take further risk. We construct a simple model that combines Dell'Ariccia et al. (2014) and Simsek (2013) that support all hypotheses. Results indicate that indeed belief mismatch plays a relevant role in determining the spread between the repo rate and the reference rate, as well as in explaining different measures of banks' risk taking. Optimistic beliefs concerning future payoffs allow both mutual funds and banks to accept greater risk, the decrease in risk aversion from the former is translated in decreases in the repo rate spread while that of the latter is translated in changes in the banks' loan portfolio composition. Finally, we find that monetary policy's search-for-yield effect on banks is exacerbated when they are more optimistic than open-ended funds.

#### **Synergies between Secured and Unsecured Money Markets. (RT)**

*Carlos Ivan Cañon Salazar, Alejandro Bernales, Nicolas Garrido (ccanon@banxico.org.mx)*

We present a structural model to empirically capture information regarding migration events and co-movements between collateralized and unsecured funding activity, including directions of such interactions. We apply our model to the European and Mexican money markets. We show that collateralized segments do not act as shock absorbers in Europe and Mexico, when systemic risk increases during the 'heart' of crises (where funding liquidity is especially scarce). Unexpectedly, we find in both economies migrations from collateralized to unsecured segments as systemic risk grows inside the subprime crisis, which can be explained by the 'too-interconnected-to-fail' hypothesis and 'collateral droughts'.

**Análisis envolvente de datos aplicado problemas de Evaluación en Economía y Finanzas. (CI)**

*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 una 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 diferentes 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 de la República, entre otras.

**Algorithmic and high frequency trading. (CDV)**

*Mario Alejandro Mercado Mendoza (mario.mercado@ciencias.unam.mx)*

Se presentará en que consiste cada una de estas áreas, algunos de los métodos utilizados y un Caso de Estudio.

**Efecto de los errores de muestreo sobre la optimización de un portafolio. (CI)**

*Ramón Sebastian Salat Figols (rsalat@esfm.ipn.mx)*

Para optimizar un portafolio se requiere conocer los parámetros, esto es, los valores esperados y la matriz de covarianza de los rendimientos. En la práctica, éstos se estiman a partir de una muestra de datos reales. Por lo tanto, la estimación de los parámetros está sujeta a los errores de muestreo. En este trabajo se estudia el efecto de estos errores de muestreo, sobre los coeficientes que definen al portafolio óptimo y sobre la varianza mínima obtenida, para un rendimiento fijo. El efecto se estudia sobre un portafolio específico, mediante simulación, empleando la matriz de Cholesky de la matriz de covarianza y suponiendo que los rendimientos de los activos siguen movimientos Brownianos correlacionados. En el ejemplo, se observará que considerando los errores de muestreo, la definición del portafolio óptimo puede presentar una incertidumbre notable, aún con tamaños de muestra razonablemente grandes.

**Elección de portafolio con utilidad asintótica. (CI)**

*Erick Treviño Aguilar (erick.trev@yahoo.com)*

En esta plática el tema principal es la elección óptima de una cartera de activos financieros con riesgo. Dicha elección requiere definir un criterio y en este caso será la maximización de utilidad asintótica que también acepta variaciones en su formulación. Este criterio es financieramente pertinente al considerar que la riqueza generada por el portafolio se integra a un esquema de ahorro-inversión para el retiro. Matemáticamente el problema es interesante en tanto que las técnicas con las que se ha abordado el problema son diversas y van desde la teoría de desviaciones largas y características predecibles hasta ecuaciones HJB ergódicas. Revisaremos algunos avances en esta área.

**Valuación de opciones asiáticas con precio de ejercicio flotante igual a la media aritmética: un enfoque de control óptimo estocástico. (CI)**

*María Teresa Verónica Martínez Palacios, Ambrosio Ortiz-Ramírez, Francisco Martínez Sánchez (tereavioleta@hotmail.com)*

El objetivo de este trabajo es establecer mediante fundamentos de racionalidad económica, la fórmula de valuación de una opción asiática de venta de tipo europeo con precio de ejercicio igual a la media aritmética, correspondiente a la fórmula de Black-Scholes-Merton; para ello se propone un modelo de Equilibrio General Dinámico Estocástico en tiempo continuo en el que se supone un agente económico racional que requiere maximizar su utilidad presente y futura esperada, por consumo e inversión en un portafolio de activos, uno de los cuales es un contrato de una opción asiática de venta, esto en un horizonte temporal de planeación finito con fecha final estocástica. El modelo de equilibrio implica un problema de control óptimo estocástico cuya solución resulta en una función que describe la tasa de consumo óptima y un sistema de ecuaciones diferenciales parciales a partir del cual es posible establecer la fórmula de valuación propuesta. Para proponer la solución analítica de las trayectorias de controles y variable de estado, se realiza la verificación de la programación dinámica resolviendo la ecuación diferencial parcial de Hamilton-Jacobi-Bellman.

**Dimensión fraccionaria, exponente de auto-similitud y riesgo. (RI)**

*José Antonio Climent Hernández, Arturo Aguilar Vázquez (antoniocliment@ciencias.unam.mx)*

Se analizan los rendimientos subyacentes, se estiman los estadísticos básicos, los parámetros alfa-estables, se realiza la prueba Anderson-Darling, se estima el exponente de auto-similitud, y la dimensión fraccionaria de la distribución de probabilidad del subyacente para cuantificar riesgos de mercado a través de la relación entre el exponente de auto-similitud y el parámetro de estabilidad e indicar si los rendimientos presentan anti-persistencia, independencia o persistencia, se estiman las dimensiones fraccionarias del subyacente concluyendo que el subyacente presenta memoria de corto plazo, independencia o memoria de largo plazo.



**Cliques en la economía mexicana por división sectorial. (CI)**

*José Ramón Guzmán G, José Luis Villareal B. (jrg@unam.mx)*

Se calculan los cliques en la economía mexicana usando las matrices de insumo producto a partir de los años 50's y hasta el 2008. Con un sistema computacional enfocado a grafos que actualmente está en desarrollo se calcula el polinomio cliqué. Este polinomio nos dice cuantos y de que tamaño son este tipo de agrupaciones para la economía mexicana. Para una mejor visualización de las interconexiones de los sectores y usando las técnicas de los esquemas de rotación de Edmonds, J. se calculan los grupos asociados que dan los encajes en superficies de Riemann compactas de cierto género. Para todos los casos se grafican los resultados. Contrastando con las políticas estructurales que se han venido dando a través del tiempo se correlaciona la destrucción o formación de los cliques cuando las políticas son de cierto tipo.

**Convergencia del ingreso y crecimiento económico en Hidalgo: perspectiva de econometría espacial. (CI)**

*Ana Cecilia Hernández Malvaez (sanfco@cimat.mx)*

El presente artículo analiza la existencia de convergencia del ingreso de los 84 municipios del estado de Hidalgo a través la determinación de  $\sigma$ -convergencia,  $\beta$ -convergencia y convergencia condicional para los años 2003, 2008, 2013. Se emplea el estadístico I de Moran y la técnica de econometría espacial, con la finalidad de conocer si hay evidencia de dependencia espacial entre municipios, si la tasa de crecimiento de un municipio se encuentra relacionada con el crecimiento de sus vecinos. Existe un importante número de estudios empíricos que han abordado el tema de la convergencia y la mayoría de ellos concluye que a partir de la liberalización comercial se ha venido presentado un proceso de divergencia en el ingreso de las regiones, no obstante existen autores que por el contrario demuestran que aunque a una tasa baja si ha existido convergencia después de la apertura comercial, en tanto que la conclusión para la zona centro del país sobre si ha habido convergencia o no, no es clara, y más aún para el caso específico del estado de Hidalgo para el que prácticamente no existen estudios acerca de convergencia.

**Una explicación de las distintas relaciones entre la recaudación fiscal y el producto interno bruto de los Estados de la República Mexicana. (CI)**

*Daniel Velázquez Orihuela, Zeus Salvador Hernández Veleros (danielvelazquez@yahoo.com.mx)*

La evidencia estadística para México muestra que en algunos estados de la república la recaudación aumenta cuando el PIB estatal lo hace, sin embargo en otros ocurre lo contrario. Con la finalidad de ofrecer una explicación a esta evidencia estadística se construye un modelo de salarios de eficiencia en un escenario de equilibrio restringido por demanda; con base en este marco analítico se postulan condiciones necesarias y suficientes para que, ante una expectativa de mayor desempleo y de crecimiento en la producción, la recaudación aumente, disminuya o no cambie. Adicionalmente se realizan dos ejercicios numéricos para ilustrar las razones por las cuales la recaudación aumenta o disminuye ante un incremento en la producción.

**Desde las progresiones geométricas y aritméticas hasta el interés simple y compuesto. (CDV)**

*Miguel Ángel Reyes Gerónimo (mirage\_mat@hotmail.com)*

El presente trabajo trata sobre un estudio de las aplicaciones de las progresiones geométricas y aritméticas dentro del campo de estudio de la matemáticas financieras. La aplicación de estas progresiones son indispensables para realizar los calculos de intereses. Se presentará algunos ejemplos para ilustrar el uso de las progresiones dentro de las finanzas.

**¿Se puede matematizar la teoría de la reflexividad de Soros? (CDV)**

*Gilberto Calvillo Vives (calvilovg@gmail.com)*

Desde hace muchos años George Soros, el famoso especulador financiero, ha sostenido que la teoría económico-matemática de los mercados financieros es errónea. El sostiene que al contrario de la teoría económica neoclásica los agentes económicos no son optimizadores infalibles, sino que por el contrario un rasgo fundamental de los mismos es la falibilidad. La crisis del 2007—2008 parece darle la razón. Desde el punto de vista matemático es importante entonces tratar de modelar la teoría de la reflexividad de Soros, sin embargo hay una falta de acuerdo acerca de si eso es posible. Hay quien afirma que lo único que hay que hacer es introducir un esquema de retroalimentación como en la teoría clásica de sistemas mientras otros consideran que eso es insuficiente. En esta plática expondré mis reflexiones al respecto y platicaré el pensamiento de algunos investigadores.

**Respuesta endógena de la política monetaria a fluctuaciones macroeconómicas. (CI)**

*Christopher Cernichiaro Reyna, Abigail Rodríguez Nava, Talía Sureina Rodríguez Camacho (13uam13@gmail.com)*

Usando datos para el periodo enero de 2001 a diciembre de 2015, y utilizando dos modelos estructurales de vectores autorregresivos cuya identificación está sustentada en el modelo nuevo keynesiano, encontramos que la tasa de interés de política monetaria reacciona a fluctuaciones de la producción, de la inflación y del tipo de cambio de acuerdo a las aseveraciones de la regla de Taylor; a la vez

sus efectos en la producción y en el tipo de cambio son los que anticipa dicho marco teórico, sin embargo, no se verifica la relación inversa asociada entre tasa de interés e inflación. Inicialmente se analiza esta relación utilizando la inflación general medida con el índice nacional de precios al consumidor; posteriormente sustituimos el indicador de precios con la inflación subyacente, sin embargo no se observa el vínculo inverso entre tasa de interés e inflación.

#### **Competencia bancaria y niveles de capitalización, persiguiendo la chuleta. (RI)**

*Octavio Gutiérrez Vargas, Salvador Cruz Aké, Nora Gavira Duron (octavio.mat@gmail.com)*

En la naturaleza se tienen ejemplos de modelos matemáticos muy agradables a la vista, tal es el ejemplo del modelo de Lokta-Volterra, el cual surge como ciclos de vida de unos peces, pero haciendo modificaciones a este sistema se incurre a un modelo de presa-depredador. Qué tal si a este modelo se le junta un agente más en la naturaleza, tendría un modelo como en el piedra-papel-tijera, pero aún más, perturbe el modelo con probabilidades de cambio de una estrategia a otra y este modelo "dinámico" puede encontrarse en agentes económicos, tales como los bancos. La presente plática trata sobre como los agentes bancarios pueden competir por adquirir recursos en el sistema financiero mexicano, esto se da por ejemplo en las subastas del banco de México o en los créditos otorgados por los mismos (y no son zorros). Por medio de un sistema de ecuaciones diferenciales con ruido estocástico se modela el comportamiento de al menos los tres principales bancos de la República Mexicana. ¿Qué hace que una comunidad de zorros y conejos se puedan autorregular? ¿Qué tienen en común los bancos con los conejos? ¿Cómo se ve este sistema en planos fase?

#### **Juegos supermodulares no cooperativos. (RT)**

*Julieta del Rosario Sevilla Brambila (tu\_nombre\_94@hotmail.com)*

Primero se abordarán nociones básicas, como son: el concepto de látice, función supermodular, utilidades y estrategias, para construir un juego supermodular, con diversos jugadores los cuales operan independientemente. Después, se dará el concepto de solución de estos juegos, conocido como equilibrio de Nash. Finalmente, se presentará una aplicación de los juegos supermodulares y un algoritmo para aproximar el equilibrio correspondiente.

#### **Solución de juegos cooperativos vía gráficas. (CI)**

*Francisco Sánchez Sánchez (sanfco@cimat.mx)*

Supongamos que los vértices de una gráfica son los jugadores de un juego cooperativo. Cada jugador decide con que otros jugadores desea cooperar. Se coloca una arista entre dos vértices si y sólo si los dos jugadores correspondientes han decidido cooperar uno con el otro. El resultado es una gráfica que representa una estructura de cooperación. Suponiendo que la cooperación produce ganancias, ¿cómo debe repartirse ésta entre los jugadores en cada una de las estructuras de cooperación? En 1976, Roger Myerson (uno de los tres premios Nobel de Economía 2007), dio una respuesta muy elegante a este problema. En ella, caracteriza axiomáticamente una solución para juegos cooperativos. Esta solución resulta ser estable para juegos superaditivos, en el sentido de que la estrategia "todos cooperan con todos" es un equilibrio de Nash. En esta plática se presentan estas ideas, se comentan algunos trabajos posteriores relacionados y se plantean algunos modelos alternativos.

#### **Modelo de equilibrio general dinámico y estocástico para una economía abierta con rigideces nominales. (CI)**

*Abigail Rodríguez Nava, Christopher Cernichiaro Reyna, Talia Sureina Rodríguez Camacho (arnava@correo.xoc.uam.mx)*

Autores como Bajo y Díaz (2016), Andrle et al (2015), Hevia y Nicolini (2013), Alpanda (2010), Gupta y Kabundi (2010), Matheson (2010), Woodford (2007), etc. señalan al modelo de Gali y Monacelli (2005) como la versión canónica para una economía abierta. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es desarrollar analíticamente e interpretar los resultados principales de este marco teórico. Primero se describe como el hogar representativo maximiza la utilidad esperada sujeto a una restricción intertemporal, idéntica para cada periodo. El comportamiento maximizador de los agentes implica que demanden bienes de acuerdo a los precios relativos entre los bienes producidos domésticamente y los importados. Se muestra que deben verificarse dos condiciones de optimización, la intra-temporal que es la relación tradicional entre tasa marginal de sustitución y salarios; y la inter-temporal, de acuerdo a la cual la utilidad presente que sacrifican los hogares al adquirir un activo debe igualar a la utilidad esperada futura dada la probabilidad de que el activo sea pagadero. Posteriormente, se muestra que las empresas determinan precios en el sentido de Calvo (1983), esto es, con cierta probabilidad reciben señales de los mercados indicando que deben modificar sus precios. Las empresas que reciban estas señales establecerán nuevos precios en función de sus costos marginales, de los precios establecidos por los otros productores y del margen de ganancia o mark-up. Finalmente, introduciendo una especificación de política monetaria que determine la ruta temporal de la tasa de interés nominal, es posible establecer las rutas temporales de las variables reales.

**Evaluating significant effects from alternative seeding systems: A Bayesian approach, with an application to the UEFA Champions League. (CI)**

*Francisco Corona Villavicencio, David Forrest, Juan de Dios Tena, Michael Wiper (fcorona@est-econ.uc3m.es)*

The paper discusses how to evaluate alternative seeding systems in sports competitions. Prior papers have developed an approach which uses a forecasting model at the level of the individual match and then applies Monte Carlo simulation of the whole tournament to estimate the probabilities associated with various outcomes or combinations of outcomes. This allows, for example, a measure of outcome uncertainty to be attached to each proposed seeding regime. However, this established approach takes no note of the uncertainty surrounding the parameter estimates in the underlying match forecasting model and this precludes testing for statistically significant differences between probabilities or outcome uncertainty measures under alternative regimes. We propose a Bayesian approach which resolves this weakness in standard methodology and illustrate its potential by examining the effect of seeding rule changes implemented in the UEFA Champions League, a major football tournament, in 2015. The reform appears to have increased outcome uncertainty. We identify which clubs and which sorts of clubs were favourably or unfavourably affected by the reform, distinguishing effects on probabilities of progression to different phases of the competition.

**Curso de riesgo de crédito. (CDV)**

*Javier Marquez Díez Canedo (jamarca90@yahoo.com.mx)*

A partir del desarrollo de un modelo paramétrico para determinar la distribución de pérdidas de una cartera crediticia, se obtienen una serie de relaciones que permiten calcular (i) El Valor en Riesgo (VaR) de la cartera y (ii) Límites a créditos individuales que evitan problemas de excesiva concentración de riesgos. Se examina además cómo se pueden realizar pruebas de estrés que se ilustra con un ejercicio basado en datos reales. Asimismo, se explora la relación que existe entre la correlación entre incumplimientos de cualquier segmento de la cartera y la concentración, con el objeto de determinar cuáles son los segmentos más riesgosos del portafolio. Esta metodología también se ilustra con datos reales. El curso se complementa con una introducción a la estimación de parámetros; básicamente probabilidades de incumplimiento y correlaciones y concluye con una comparación con otros modelos de determinación de la distribución de pérdidas. El curso dura alrededor de 6 horas.

**Self-management of forest resources in Mexico: an evolutionary dynamics approach. (CI)**

*Alfredo Omar Palafox Roca (aocontreras@gmail.com)*

In this paper we study the sustainable self-management regime as an alternative of the conventional management programs. Self-managemet of forestry resources is the activity performed by a forest native rural community considering a collective agreement, without government intervention. Population, the social ecosystem, is divided in three types of sub-populations, mutually exclusive: cooperators, defectors and enforcers. Forestry resource dynamics, the biological ecosystem, is similar to the golden rule in economic growth. By means of an evolutionary dynamics we will analyze the interaction between social and biological ecosystems. Finally, stabilities of the dynamic system are presented in order to determine public policies to follow by this community in order to achieve sustainability.

**Un modelo de optimización de la innovación tecnológica favorecedora del medio ambiente. (CI)**

*Talia Suriena Rodríguez Camacho, Abigail Rodríguez Nava, Christopher Cernichiaro Reyna (talía.rodriguez.camacho@gmail.com)*

Los análisis a nivel teórico de la relación entre la regulación ambiental y la innovación son amplios y se pueden encontrar en enfoques como la teoría del control óptimo. Donde, a partir del estudio de problemas de tipo ambiental, se formula el papel del gobierno como un jugador importante en la formación de incentivos para la formación de innovación y difusión de tecnologías menos contaminantes, en particular en los modelos de control óptimo de la contaminación se hace énfasis en el impacto de la regulación ambiental sobre las decisiones de inversión en tecnologías de reducción de la contaminación de las empresas, es decir cómo afecta su camino de cambio tecnológico. En este documento se analizan los modelos de control óptimo de la contaminación que toman en cuenta los retornos de los costos asociados al mantenimiento y mejora de la calidad ambiental financiados por los consumidores finales hacia los contaminadores, concluyendo en una clasificación de los modelos de control óptimo de la contaminación desde la perspectiva de la empresa donde se dividen según el instrumento de política en el que se basan.

**Auto organización en series de tiempo de mercados financieros. (CI)**

*Carlos Arturo Soto Campos, Leopoldo Sánchez Cantú (csoto@uaeh.edu.mx)*

Recientemente los autores han propuesto una metodología para modelar descensos en los rendimientos de series de tiempo financieras. En esa metodología se propuso un método para identificar un punto crítico que separa los estados que se comportan como un régimen aleatorio, del conjunto de estados auto organizados que pueden modelarse como una ley de potencias. Dicho punto crítico representa entonces una transición de fase. En este trabajo se explora las posibles implicaciones que tiene dicha transición de fase desde una perspectiva física.

**Series de tiempo con volatilidad estocástica. (CDV)**

*Daniel Cervantes Filoteo (danielcf@ciencias.unam.mx)*

En esta plática se presentará un panorama general de la evolución de los modelos de volatilidad estocástica en series de tiempo. Centramos la atención en los modelos GARCH y sus variantes; hablaremos de las características y bondades de estos modelos. Se presentarán algunos ejemplos de la aplicación de estos modelos a series financieras y la evaluación de estos modelos.

**Cartas de control para modelos ARMA-GARCH: Un estudio comparativo basado en simulación Montecarlo. (CI)**

*Héctor Hernán Montes García, Diana Barraza Barraza, Álvaro Eduardo Cordero Franco (hhmontes@utp.edu.co)*

El problema del control estadístico de series de tiempo financieras con volatilidad variable es un problema clásico en el área de monitoreo financiera. Estas herramientas tienen como objetivo monitorear cambios en los parámetros del modelo, con el fin de que el tomador de decisiones pueda actualizar su estrategia de inversión oportunamente. En la literatura se han propuesto diversas cartas basadas en modificaciones de las ya clásicas cartas Shewhart, CUSUM y EWMA. Este trabajo presenta el problema de construcción de una carta de control adaptada a modelos ARMA-GARCH y la implementación de una carta de ellas para tal modelo. Este estudio desarrolla una discusión respecto a ventajas y desventajas de cada herramienta mediante un estudio comparativo del desempeño de las cartas de control mediante simulación MonteCarlo, así como un análisis del impacto de la estimación de parámetros en el desempeño de las cartas. Para finalizar, se abordan algunas aplicaciones en el área de los mercados financieros y se derivan rutas de futuras investigaciones complementarias.

**Comparación de modelos macroeconómicos basados en el tipo de cambio peso-dólar vía análisis de Lyapunov. (CI)**

*Luis Javier Álvarez, Elena Alvarez Blanes, Octavio Barahona, Antonio Sarmiento (lja@matcuer.unam.mx)*

El tipo de cambio es el precio más importante en una economía abierta y la economía de México es una de ellas, al tener un índice de apertura de más del 70%. Además es importante porque tiene efectos en los precios de los precios internacionales de los bienes. Sus fluctuaciones tienen implicaciones en los agentes económicos, tales como gobiernos, empresas e individuos. En este trabajo consideramos dos modelos macroeconómicos antagónicos: neo-clásico y post-Keynesiano bajo la luz del análisis de Lyapunov. La variable central es el tipo de cambio peso-dólar y en dependencia del modelo de análisis utilizado, se escogen las variables relevantes que pueden producir efectos en el tipo de cambio y que pueden ser condicionadas por este. Se exponen brevemente las bases matemáticas que dan lugar al análisis de Lyapunov y las bases teóricas de los dos modelos económicos utilizados y se hace una comparación de los resultados desde los puntos de vista de la metodología de análisis, por un lado, y por otro desde el ámbito conceptual de la macroeconomía.

**Método de Stein y riesgo en crédito. (CI)**

*Daniel Hernández Hernández (dher@cimat.mx)*

El método de Stein es bien conocido en el área de probabilidad, pues permite aproximar valores esperados de variables aleatorias, utilizando información de otras variables. Por otra parte, en el área de riesgo en crédito hay una gran cantidad de instrumentos financieros que permiten transferir riesgo a contrapartes que están interesadas en comercializar estos productos. En esta plática nos enfocaremos en explicar el funcionamiento de estos instrumentos en el mercado y su valuación. Se analizará la importancia del método de Stein en el estudio de los CDO y en la cuantificación del riesgo, cuando se está expuesto a la posibilidad de que una empresa o una entidad gubernamental caiga en bancarota o falta de liquidez, para cumplir sus compromisos financieros.

**Estimación de medidas de riesgo de mercado en series financieras mexicanas: Un estudio comparativo entre procesos GARCH con innovaciones Gaussianas, t-Student y Pareto Generalizada. (RT)**

*Alberto Saavedra Espinosa (alberto.saavedra17@hotmail.com)*

En este estudio analizamos el problema de estimar medidas de riesgo de mercado dinámicas (VaR y Expected Shortfall) para series financieras mexicanas (tipo de cambio FIX e Índice de Precios y Cotizaciones) a altos niveles de confianza (mayores a 99%). Hacemos esto con un modelo GARCH cuyas innovaciones son modeladas por una Distribución Pareto Generalizada (DPG). Comparamos las estimaciones de dicho modelo con aquellas que entregadas por un modelo GARCH cuyas innovaciones son modeladas por una distribución Normal o t-Student. Adicionalmente, examinamos si un pronóstico EWMA de volatilidad puede complementar nuestra modelación GARCH en un par de problemas prácticos que pueden surgir en aplicaciones GARCH largas. También estudiamos el problema de selección de un umbral para ajustar una DPG a las innovaciones GARCH de nuestras series mexicanas. Nuestros resultados muestran que para nuestras series mexicanas el modelo GARCH-DPG estima apropiadamente nuestras dos medidas de riesgo, a todos los niveles de confianza probados. También encontramos que el modelo GARCH-DPG entrega mejores resultados que los modelos GARCH-Normal y GARCH-t-Student. Finalmente, el enfoque EWMA para complementar nuestra modelación GARCH parece entregar resultados adecuados.

**Learning under compound risk vs. learning under ambiguity – an experiment.** (CDV)

*Othón Moreno González* (omoreno@banxico.org.mx)

We design and conduct an economic experiment to investigate the leaning process of agents under compound risk and under ambiguity. We gather data for subjects choosing between lotteries involving risky and ambiguous urns. Agents make decisions in conjunction with a sequence of random draws with replacement, allowing us to estimate the agents' beliefs at different moments in time. For each type of urn, we estimate a behavioral model for which the standard Bayesian updating model is a particular case. Our findings suggest an important difference in updating behavior between risky and ambiguous environments. Specifically, even after controlling for the initial prior, we find that when learning under ambiguity subjects significantly overweight the new signal, while when leaning under compound risk, subjects are essentially Bayesian.

**Distancia a la frontera tecnológica y educación: Alternativas de crecimiento económico para países en desarrollo.** (CI)

*Saul Quispe Aruquipa, Fernando Velasquez Torrez* (saul\_rqa@yahoo.es)

Analizamos la situación de las economías en desarrollo respecto a su posición en torno a la frontera tecnológica mundial. Una economía cercana a la frontera tecnológica requiere de mayor inversión en capital humano enfocado hacia la innovación; por otro lado, si la economía está alejada de la frontera es más conveniente invertir en capital humano que esté dirigido a la imitación. En base a Vandebussche, et al. (2006) y Acemoglu, et al. (2006), presentamos un modelo matemático de crecimiento económico endógeno con capital humano y progreso técnico vinculado al resto del mundo por medio de la distancia a la frontera tecnológica. El modelo permite identificar cómo se asignarán los recursos destinados a la inversión en capital humano de acuerdo a la proximidad de la economía a la frontera tecnológica mundial. Se plantea un modelo de panel de datos dinámico sobre los determinantes del crecimiento económico para 55 países en el periodo anual 1970-2015. Las variables explicativas son el stock en capital físico, capital humano y la distancia de la frontera tecnológica medido como el ratio de la productividad total de los factores (PTF) del país  $i$  sobre el de Estados Unidos.

**Modelos predictivos en mercados emergentes.** (CDV)

*Gustavo Othoniel Cano Moo* (gustavo.canomoo@gmail.com)

En recientes años, el mercado financiero en México y en el mundo ha tenido una revolución en los procesos de bancarización y otorgamientos de crédito. Esto han vuelto más complejo los procesos de toma decisiones automatizadas y las estructuras de las empresas involucradas en ello. En esta platica se presentan las características de las nuevas entidades de bancarización como las fintechs, crowfoundings y se comparan con entidades reguladas como microfinancieras y PyMES en los procesos de otorgamiento y administración crediticia. Se abordan los diseños de modelos para estas nuevas instituciones y como se comparan con las ya existentes. Se describen las metodologías estadísticas y computacionales que se utilizan para el modelado de riesgo en estos escenarios. Se finaliza con la comparación de algunos resultados prácticos.



# Probabilidad

Coordinador: Víctor Manuel Rivero Mercado  
 Yelizcalli “203”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Francisco J Delgado	<b>José Luis Pérez</b>	
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	<b>Octavio Arizmendi</b>	José R. Guardiola	<b>Alin Andrei Carsteanu</b>	
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Oscar Tepoz López		
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	TRASLADO	Paulo C Manrique	David J Santana		
12:00–12:30	<b>Hélène Leman</b>	Marco T Gaxiola	Margarita Tetlalmatzi		
12:30–13:00		Saul R Mendoza			
13:00–13:30	Ciria Ruth Briones	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Carlos Uriel Herrera				
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>Arno Siri Jegousse</b>	Beatris A Escobedo			
17:30–18:00		<b>Héctor Jasso Fuentes</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Ma Carmen González				
18:30–19:00	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:00–19:30			<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

**Tiempo de extinción para un proceso de ramificación con competencia en ambiente aleatorio. (CI)**

*Hélène Leman, Juan Carlos Pardo Millán, José Luis Pérez (helene.leman@cimat.mx)*

En esta platica estamos interesados en el tiempo de extinción de un proceso de ramificación con espacio de estados continuo y con competencia en ambiente aleatorio. Este tipo de procesos fue introducido por Palau y Pardo en 2016 como la única solución fuerte de una ecuación diferencial estocástica. Esta representa la dinámica aleatoria del tamaño de una población en la que los individuos compiten por los recursos y que está sometida a las fluctuaciones de un ambiente externo que es independiente de la dinámica de la población. El ambiente se modela por un proceso de Lévy muy general. En primer lugar, estamos interesados por el tiempo de extinción en el caso general. En segundo lugar, nos centraremos en el caso de un ambiente browniano y de una competencia cuadrática. Probaremos que se tiene una transformación de Lamperti para este último caso y caracterizaremos las leyes de todos los tiempos de llegada a un cierto nivel mediante sus transformadas de Laplace.

**Un análisis del dilema del prisionero iterado. (RT)**

*Ciria Ruth Briones García, Víctor Hugo Vázquez Guevara (c\_rb\_g@hotmail.com)*

Se presentarán algunos conceptos básicos de la Teoría de Juegos con el fin de comprender el procedimiento para hallar una solución a uno de los juegos más conocidos, el Dilema del Prisionero Iterado (DPI). Primero analizaremos este juego en el caso estático, es decir, cuando los jugadores toman una decisión. También se presenta la definición de equilibrio de Nash y dos teoremas importantes para la comprensión y solución del juego. Por último se hallan los equilibrios de Nash para dos conjuntos de estrategias dados y un ejemplo.

**¿Qué tan poco es poco? El precio de un conjunto no Borel medible. (CDV)**

*Carlos Uriel Herrera Espinoza, Víctor Hugo Vázquez Guevara (charles.eppes.herrera@gmail.com)*

En los cursos básicos de Probabilidad es, casi una tradición, el definir medidas de probabilidad en la sigma-álgebra de los conjuntos Borel medibles. Sin embargo, no siempre se exploran las relaciones con otras sigma-álgebras, como por ejemplo, la de los Lebesgue medibles; además no siempre queda tan claro dónde termina una, y dónde comienza otra. Es por esto que, en este trabajo se intenta

hacer una discusión asequible para estudiantes de mitad de Licenciatura en Matemáticas, en donde se exploren conjuntos que sean Lebesgue medibles pero que no pertenezcan a la sigma-álgebra de Borel. Se comenzará con la construcción de la famosísima función de Cantor, y se discutirán sus propiedades más interesantes; enseguida se mostrará una propiedad muy importante de los conjuntos de Lebesgue que tienen medida positiva. Finalmente, veremos la existencia de un conjunto que es Lebesgue medible, pero que no forma parte de la sigma-álgebra de Borel, además de exhibir que los Borel medibles nos son suficientes para nuestras medidas de probabilidad.

**El problema del cumpleaños y el problema del coleccionista de cupones.** (CDV)

*Addy Margarita Bolívar Cime (addy.bolivar@ujat.mx)*

El "problema del cumpleaños" se refiere al cálculo de la probabilidad de que en un grupo de  $N$  personas al menos dos de ellas cumplan años el mismo día, suponiendo que no hay años bisiestos y que todos los días tienen la misma probabilidad de ser el cumpleaños de una persona. En el "problema del coleccionista de cupones" nos preguntamos cuál es el número esperado de paquetes de galletas que debemos comprar para conseguir toda la colección de  $N$  estampitas (o cupones) diferentes que se encuentran en las galletas, si cada estampita tiene la misma probabilidad de aparecer en un paquete de galletas. En esta plática se verá cómo se resuelve cada uno de estos problemas, la relación que guardan entre ellos, sus problemas inversos y finalmente la aplicación de los resultados presentados en áreas tales como ecología y ciencias de la salud.

**Procesos de ramificación refractados, Poblaciones autoreguladas.** (CI)

*Arno Siri Jegousse, Antonio Murillo Salas, José Luis Pérez (arno@sigma.iimas.unam.mx)*

En esta ponencia proponemos un modelo nuevo y sencillo para modelar la evolución de poblaciones con dependencia en el estado. Este modelo, llamado proceso de ramificación refractado, se puede ver como un proceso de ramificación en estado continuo (CSBP) cuya deriva aumenta de un constante en cuanto su tamaño total se acerca de cero. Puede representar una población que resiste contra su extinción. La construcción del CSBP refractado se hace mediante una transformada tipo Lamperti de un proceso de Lévy refractado. Se pueden calcular de manera semi-explicita, en términos de su función de escala, la probabilidad de extinción de esos procesos así como otros funcionales del mismo. En el caso en que las trayectorias son continuas, la probabilidad de extinción es explícita.

**Aleatoriedad matemática como base para la programación creativa** (CI)

*María del Carmen González Videgaray, Rubén Romero Ruiz (mcgv@unam.mx)*

La aleatoriedad, definida como la falta de certidumbre al pronosticar un fenómeno, se encuentra en muchas situaciones reales. En cursos de Probabilidad y Estadística se hace necesario que los alumnos aprendan conceptos tales como variable aleatoria, función de distribución de probabilidad y diversas distribuciones de interés como la normal o la uniforme. Estos conceptos resultan en ocasiones abstractos y no son sencillos de aprehender. Sin embargo, la aleatoriedad tiene una vertiente lúdica y artística que puede ser muy atractiva para los alumnos jóvenes que aprenden por primera vez un lenguaje de programación. En esta ponencia se describe la experiencia de utilizar la aleatoriedad como base para el aprendizaje del lenguaje de programación p5.js, que permite visualizaciones gráficas dentro del entorno web. Se explica cómo puede utilizarse la función random para generar posiciones, formas y colores que den variedad al aspecto de los elementos gráficos que aparecen en la pantalla de la computadora. Se describe cómo se ha utilizado este elemento con diversas generaciones de alumnos de la asignatura de Programación Multimedia de la carrera de Matemáticas Aplicadas y Computación que se imparte en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán de la UNAM. Se sugieren estrategias para incorporar su uso al aprendizaje de la programación.

**Deconvolución libre de medidas de probabilidad.** (CI)

*Octavio Arizmendi Echegaray, Pierre Tarrago, Carlos Vargas (octavius@cimat.mx)*

Sean  $X, Y$  y  $Z$  variables aleatorias, con  $X + Y = Z$  y  $X, Y$  independientes. El problema de obtener la distribución de  $Y$  a partir de las distribuciones de  $X$  y de  $Z$ , se conoce como deconvolución. En este trabajo consideramos el problema análogo en probabilidad libre. La importancia desde del punto de vista de aplicaciones es la siguiente. Supongamos que una matriz  $A_n$  se perturba por un ruido aditivo  $X_n$  (el cual se conoce estadísticamente). Si sólo se conoce la distribución empírica de  $B_n = A_n + X_n$ , como recuperamos la distribución de  $A_n$ . Este problema es prácticamente imposible de resolver. Sin embargo, cuando  $n$  es muy grande, las probabilidad libre nos da una aproximación teórica suficientemente cercana para ser usada aplicaciones. El problema entonces consiste en calcular la deconvolución aditiva libre. Presentaremos una forma general de hacer esto basado en la teoría de subordinación. El caso multiplicativo también será discutido.

**Matrices circulantes aleatorias.** (CI)

*Paulo César Manrique Mirón, Gerardo Barrera Vargas (manriquemiron@gmail.com)*

Se establece la relación entre las raíces de un polinomio aleatorio y el valor singular mínimo de una matriz circulante aleatoria cuyas entradas son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas con función generadora de momentos. Se establece la



velocidad con que se acercan las raíces del polinomio aleatorio a su zona de estabilidad, que en el caso tratado es la circunferencia unitaria en el plano complejo.

**Probabilidad Cuántica y Análisis espectral de gráficas regulares en distancia. (CI)**

*Marco Tulio Gaxiola Leyva (marco.gaxiola@cimat.mx)*

En esta plática hablaremos del análisis espectral de gráficas a través del uso de la probabilidad cuántica. Presentaremos algunos resultados recientes sobre la distribución espectral de gráficas regulares en distancia (árboles  $d$ -regulares, gráficas de Hamming, gráficas impares, etc), así como la distribución de éstas con respecto al estado vacío  $q$ -deformado.

**Libertad asintótica en matrices aleatorias. (CI)**

*Saul Rogelio Mendoza Jacobo (Saul\_jacobo@hotmail.com)*

La independencia libre se planteó originalmente como una relación entre operadores no conmutativos, similar a la noción clásica de independencia en probabilidad. En 1991 Voiculescu mostró que dicha independencia describe exactamente las relaciones entre las matrices que conforman los modelos básicos en matrices aleatorias, generalizando así los teoremas pioneros de Wigner y Marcenko. En esta plática detallaremos estos resultados, así como su impacto en Física.

**Propagación del caos en el modelo del supermercado. (CI)**

*Sergio Iván López Ortega, María Clara Fittipaldi, Matthieu Jonckheere (silo@ciencias.unam.mx)*

El modelo del supermercado, es un modelo estudiado en el área de Investigación de Operaciones Estocástica. Consiste en lo siguiente. Suponiendo que tenemos una red en paralelo con  $N$  servidores (que puede ser pensada como un conjunto de cajas atendiendo en un supermercado), cada que un nuevo usuario llega eligen  $D$  servidores de forma aleatoriamente uniforme entre los  $N$  posibles. Entre los  $D$  servidores elegidos, se elige aquel que tiene el menor número de tareas actuales por atender (se elige la caja en donde hay un menor número de clientes formados). Note que este modelo es una técnica híbrida de asignación entre la optimización total y la aleatoriedad total: podría elegirse sencillamente el servidor con menor número de tareas entre todos los  $N$  posibles (optimización total) o bien mandar a cada cliente de forma aleatoria uniforme sobre los  $N$  posibles servidores (aleatoriedad total). La alternativa de optimización total no es aplicable en la mayoría de los casos prácticos pues requiere computar la información de cuántas tareas hay en todos los servidores en el instante en que llega una nueva tarea (en el ejemplo del supermercado, un usuario tendría que recorrer todas las filas para elegir en cuál de ellas formarse) lo cuál tiene un costo elevado en un sistema con un gran número de servidores. Los resultados concernientes al modelo del supermercado señalan que existe una mejora sustancial en el tamaño de las filas al utilizar la estrategia híbrida respecto a la aleatoriedad total, y que la mejora es marginal al ir aumentando el tamaño de  $D$ , cuando  $D$  es mayor o igual a 2. En esta charla explicaremos a detalle el modelo del supermercado. Revisaremos algunos resultados existentes y conjeturas fundamentales para el modelo. Explicaremos en que consiste la técnica de Propagación del Caos para modelos de partículas teóricos y los resultados obtenidos para nuestro modelo particular utilizando tal técnica. Finalmente mostraremos cómo tales resultados se pueden traducir en cuantificaciones aplicables a sistemas reales.

**Juegos diferenciales estocásticos restringidos con estructura aditiva: Pago promedio y descontado. (CI)**

*Beatris Adriana Escobedo Trujillo, Francisco Alejandro Alaffita Hernández (bescobedo@uv.mx)*

En este trabajo se estudian Juegos Diferenciales Estocásticos restringidos con estructura aditiva: Pago promedio y descontado. El objetivo principal consiste en dar condiciones que aseguren la existencia de equilibrios de Nash restringidos tanto para el caso promedio como el descontado. Para obtener resultados óptimos se usa la técnica de multiplicadores de Lagrange, así como, argumentos de programación dinámica.

**Control óptimo de campo medio con parámetros desconocidos. (CI)**

*Héctor Jasso Fuentes, Carmen G. Higuera-Chan, J. Adolfo Minjárez-Sosa (hjasso@math.cinvestav.mx)*

En esta plática daremos una breve descripción de los modelos de control óptimo de campo medio a tiempo discreto (denotados por  $M$ ). Estos últimos pueden ser vistos como el límite cuando  $N \rightarrow \infty$  de ciertos modelos de control con un número  $N$  de agentes (denotaremos por  $M_N$  a estos modelos). Posteriormente consideraremos el caso en que la transición del estado en el modelo  $M_N$  contiene un parámetro desconocido pero observable. Daremos solución a este problema usando técnicas de control adaptable sobre el modelo límite  $M$ , de tal manera que las políticas óptimas adaptables obtenidas en el modelo  $M$  son suficientemente "buenas" para  $M_N$ . Si da tiempo, veremos el caso en que la transición del estado del modelo  $M_N$  tiene distribución desconocida pero no observable, en cuyo caso la técnica usada es el control minimax.

**Sobre ecuaciones diferenciales parciales estocásticas y tópicos relacionados. (CI)***Francisco Javier Delgado Vences, Franco Flandoli (delgado@im.unam.mx)*

En esta plática introduciremos las ecuaciones diferenciales estocásticas (EDE) como un proceso estocástico que toma valores en espacios de Hilbert separables. Estas ecuaciones representan ecuaciones diferenciales parciales estocásticas y definiremos soluciones de este tipo de ecuaciones. Estudiaremos además, las ecuaciones de Fokker-Plank-Kolmogorov (EFPK) asociadas a las EDE, de las que es posible extraer información valiosa de las EDE.

**Sobre la probabilidad de ruina en un modelo de riesgo Markov-modulado. (RT)***José Ramón Guardiola Espinosa (jramonge@gmail.com)*

Se analiza el problema de calcular la probabilidad de ruina de un proceso de riesgo perturbado por difusión en un ambiente Markoviano, el cual afecta los parámetros del modelo en el tiempo. Una aproximación analítica permite encontrar una forma cerrada de esta probabilidad para el caso particular de dos estados y montos de reclamación exponenciales. Por otro lado, se presentan otras características y resultados del modelo modulado como la probabilidad de ruina por estado o el tiempo esperado de ruina, todo a la luz de simulaciones computacionales.

**Transporte óptimo y el encaje de Skorokhod. (RT)***Oscar Tepoz López, José Luis Ángel Pérez Garmendía (oscartl3925@gmail.com)*

En 1961 fue resultado y propuesto por primera vez el problema de encaje de Skorokhod, el cual consiste en dar un movimiento Browniano,  $B$ , que empieza en cero y una probabilidad  $\mu$  sobre la recta real la cual es centrada y tiene segundo momento. Entonces el problema de encaje consiste en construir un tiempo de paro  $\tau$  tal que

$$B_\tau \text{ se distribuye con la medida } \mu, \quad \mathbb{E}[\tau] < \infty. \quad (\text{SEP})$$

Con el paso de los años se han ido encontrando nuevas soluciones al problema de encaje. Por otro lado, se han hecho modificaciones al planteamiento del problema para así poderlo considerar como un problema de optimización: Consideremos una base estocástica  $\Omega = (\Omega, \mathcal{G}, (\mathcal{G}_t)_{t \geq 0}, \mathbb{P})$  la cual es suficientemente rica para que un movimiento Browniano  $B$  este bien definido y una variable aleatoria uniformemente distribuida  $\mathcal{G}_0$ -medible e independiente de  $B$ . El problema de encaje óptimo de Skorokhod es construir un tiempo de paro  $\tau$  sobre  $\Omega$  el cual optimice

$$P_\gamma = \inf \{ \mathbb{E}[\gamma((B_t)_{t \leq \tau}, \tau)] : \tau \text{ solución de (SEP)} \}. \quad (\text{OptSEP})$$

donde  $\gamma : A \subseteq \mathcal{C}_0(\mathbb{R}_+) \times \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}$ . El tema de la plática será plantear algunas soluciones que se tienen para el problema de encaje y algunos resultados que se han obtenido para resolverlo mediante propiedades del problema del transporte. Finalmente se darán algunas aplicaciones en el área de finanzas sobre este problema.

**Aproximación a la probabilidad de ruina en el modelo de riesgo discreto usando mezclas de binomiales negativas. (RI)***David Josafat Santana Cobian (david.santana@ujat.mx)*

En esta investigación se busca aproximar la probabilidad de ruina en el modelo discreto cuando el monto de los reclamos tiene ciertas características. Se estudia el problema aprovechando el hecho de que una sucesión de mezclas de binomiales negativas, con parámetros adecuados, puede ser usada para aproximar una distribución Poisson mezclada. Se examinarán algunos ejemplos de dicha aproximación.

**El problema de la aguja de Buffon y algunas de sus extensiones. (CDV)***Margarita Tetlalmatzi Montiel (tmontiel6210@gmail.com)*

En el problema de la aguja de Buffon se lanza una aguja en un piso con diseño de rectas paralelas, se debe encontrar la probabilidad de que la aguja corte alguna de las rectas. La primera extensión la hace Laplace al agregar otras rectas paralelas y perpendiculares a las primeras. En este trabajo se platicarán algunas de las extensiones al problema de la aguja de Buffon. Como una nota, se marca a 1777 como el año del inicio de la probabilidad geométrica, año en que aparece el problema de la aguja de Buffon.

**Una introducción a las estrategias de control periódicas. (CDV)***José Luis Pérez Garmendía (jluis.garmendia@cimat.mx)*

En esta charla hablaremos de problemas de control asociados a las llamadas estrategias periódicas; en las cuáles el control solo puede ser ejecutado en los tiempos de arribo de un Proceso de Poisson independiente. Se mencionarán aplicaciones de estas estrategias a problemas en teoría del riesgo, finanzas, y control de inventarios.

---

**¿Qué pedirle a la pseudo-independencia? (Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Probabilidad).** (CDV)  
*Alin Andrei Carsteanu* (alin@esfm.ipn.mx)

A partir de la definición de independencia de variables aleatorias, se presenta la noción de pseudo-independencia y algunas propiedades estadísticas que la fundamentan. El enfoque principal de la presentación está dirigido hacia varias propiedades de los sistemas dinámicos discretos, las cuales se usan para alcanzar las estadísticas deseables para la pseudo-independencia.

---



## Sistemas Dinámicos

Coordinadores: Ferrán Valdez Lorenzo, Sofía Trejo Abad

Lugar: Graciela Salicrup, Instituto de Matemáticas, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Ángel Cano (Mini-curso)		
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Gamaliel Blé	<b>Carlos García</b>	<b>Ana Rechtman</b>	<b>Felipe García</b>
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	<b>RECESO</b>			
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO	<b>Patricia Domínguez</b>	Ma. Gpe. Salgado	Sergio Iker Martínez	Cesar O. Maldonado
12:00–12:30	<b>Alberto Verjovsky</b>		Dayana G. Solorio	Diego Rodríguez	Laura Cano
12:30–13:00					
13:00–13:30	José Antonio García	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Leopoldo Morales				
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	Jesús Muciño	Manuel A Ucan	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
17:30–18:00	Víctor Nopal Coello	Diana P Rivera			
18:00–18:30	Alina Sotolongo	Adrian Ulises Soto	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:30–20:00					

### Henri Poincaré, los grupos Fuchsianos y su influencia en la teoría de los sistemas dinámicos. (CI)

Alberto Verjovsky Solá (alberto@matcuer.unam.mx)

Henri Poincaré (1854-1912) fue un matemático francés que hizo contribuciones fundamentales a varias ramas de las matemáticas. Se puede decir que fue él quien inició la teoría cualitativa de las ecuaciones diferenciales y los sistemas dinámicos a través de la acción de grupos. En la plática se contarán algunas de estas contribuciones y varias cosas de carácter biográfico y anecdótico de este gigante de las matemáticas.

### Encuentros entre los sistemas dinámicos y la geometría diferencial. (CDV)

José Antonio García Rodríguez (agar@xanum.uam.mx)

En esta plática se presentará la métrica de Jacobi de sistemas mecánicos, y de esta forma problemas mecánicos se transforman en problemas con geodesicas. Los problemas que se presentarán surgen de manera natural en la mecánica celeste.

### Estructura de los SNA. (CDV)

Leopoldo Morales López, David Romero i Sánchez (leopoldo.morales@gmail.com)

En los últimos años, los Atractores No Caóticos Extraños (SNA, en inglés) han recibido especial atención. En esta plática hablaremos acerca de dichos atractores y mostraremos su estructura topológica exacta.

### Sistemas de Lie y principio de superposición para sistemas EDO. (CDV)

Misael Avendaño Camacho (misaelave@gmail.com)

Un sistema de ecuaciones diferenciales no autónomo en  $\mathbb{R}^n$  admite un principio de superposición si la solución general del sistema se puede expresar en términos de un conjunto finito de soluciones particulares y un conjunto de parámetros reales que están relacionados con las condiciones iniciales. Entre los ejemplos básicos de sistemas de ecuaciones diferenciales que admiten principio de superposición podemos enunciar: (1) los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales, (2) la ecuación de Riccati. En 1893, Vessiot y Guldberg

probaron, de forma independiente, que salvo difeomorfismos las únicas ecuaciones diferenciales sobre la recta que admiten un principio de superposición son las ecuaciones de Riccati y las ecuaciones diferenciales lineales. Este trabajo atrajo la atención de Lie, quien afirmó que esa contribución era sólo un simple consecuencia de su trabajo previo publicado 1885. Las observaciones de Lie dieron origen a uno de los resultados más importantes de la teoría de sistemas de Lie y que hoy en día es conocido como el Teorema de Lie. Este resultado caracteriza a los sistemas de ecuaciones diferenciales no autónomos que admiten un principio de superposición como aquellos sistemas cuyo campo vectorial que los determina pertenece a un álgebra de Lie finito dimensional de campos vectoriales. En ésta charla se hará breve revisión de las nociones básicas de la teoría de sistemas de Lie y su relación con los principios de superposición para sistemas de ecuaciones diferenciales. Nuestro propósito es resaltar la relevancia de la teoría de sistemas de Lie la cual tiene aplicaciones en mecánica cuántica, reducibilidad y reducción de sistemas dinámicos con simetrías, ecuaciones diferenciales parciales, ecuaciones diferenciales de segundo orden y orden superior; solo por mencionar algunas.

#### **Acciones de grupos de Lie en el espacio de polinomios de una variable compleja. (CI)**

*Jesús Muciño Raymundo, Eduardo Frías Armenta, Baltazar Aguirre Hernández (muciray@matmor.unam.mx)*

Un polinomio  $P$  de grado  $n$  determina dos colecciones de números; sus  $n + 1$  coeficientes y sus  $n$  raíces. Si movemos uno de los coeficientes; ¿cómo se moverán las  $n$  raíces? Existe una relación de lo anterior con el trabajo de Isias Schur y A. Cohn, hace cien años, respecto a caracterizar los polinomios que tienen todas sus raíces en el disco unitario (hiperbólico).

#### **Dinámica $p$ -ádica. (CI)**

*Víctor Nopal Coello (victor.nopal@cimat.mx)*

El objetivo de la ponencia es dar a conocer la idea general de lo que es la "dinámica  $p$ -ádica" (entendiéndola como la iteración de funciones racionales en los complejos  $p$ -ádicos) enfocándonos principalmente en la diferencias que hay entre ésta y la dinámica compleja. Se darán diversos ejemplos en donde los conjuntos de Julia y Fatou en el caso  $p$ -ádico serán muy diferentes a los que hay en el caso complejo. La plática y los resultados que se mencionen están basados principalmente en los trabajos de Robert Benedetto, Joseph H. Silverman y Juan Rivera-Letelier.

#### **Convergencia de sistemas dinámicos discretos lentos. (CI)**

*Alina Sotolongo Aguiar (alina.sotolongo@cimat.mx)*

En este trabajo damos un resumen de las condiciones necesarias y suficientes para la convergencia de sistemas dinámicos discretos lentos en dimensión dos, y se muestran los avances obtenidos hasta el momento en el estudio de dimensiones mayores. Se presentan ejemplos y posibles aplicaciones de los mismos.

#### **Conexidad local en el correspondiente Mandelbrot para una familia de polinomios cuárticos. (CDV)**

*Gamaliel Blé González, Rogelio Valdez Delgado (gble@ujat.mx)*

Se analiza el espacio de parámetros de una familia de polinomios cuárticos, donde cada polinomio es generado a partir de la composición de dos polinomios cuadráticos. Se determinan las características generales de la familia y en particular se demuestra la conexidad local de las componentes hiperbólicas en el lugar de conexidad.

#### **Dinámica de funciones meromorfas. (CDV)**

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

La plática es de divulgación donde se tratan algunos resultados y ejemplos relacionados con la dinámica de funciones meromorfas desde 1920 a nuestros días.

#### **Un diccionario entre funciones racionales y grupos de Klein. (RI)**

*Igysl Domínguez Calderón (ixadrill2@gmail.com)*

Sullivan's Dictionary provides theoretical framework to understand connections between the dynamics of rational functions and Kleinian Groups. In some cases there exist very similar proofs for results there are related in both areas. The Sullivan's dictionary suggests several analogies which motivate the research from one area to another. This talk has the purpose to present some known results about such relations between iteration theory of rational functions and Kleinian groups. Also we present a new subject in the theory of rational functions, called the Set of Buried points and a new subject in the theory of Kleinian groups, called the Residual Limit Set, which present enough characteristics to be added to the aforementioned dictionary. In the same way results are given to show this analogy.

**El algoritmo de McMullen para grupos de Schottky de  $PSL(3, \mathbb{C})$ .** (CI)

Manuel Alejandro Ucan Puc, Sergio Romaña Ibarra (manuel.ucan@im.unam.mx)

El algoritmo de McMullen sirve para aproximar la dimensión de Hausdorff del conjunto límite para grupos de Schottky en  $PSL(2, \mathbb{C})$ , en la siguiente mostraremos una generalización de este algoritmo para el caso de grupos de Schottky que preservan una bola en el espacio proyectivo de dimensión 2.

**Similitud asintótica en el conjunto de Mandelbrot para IFS.** (RT)

Diana Patricia Rivera Segundo (jdije.hcn@gmail.com)

Consideremos la familia de IFS  $\{\lambda z, \lambda z + 1\}$ , donde  $\lambda$  es un parámetro en el disco unitario abierto  $\mathbb{D} \subset \mathbb{C}$  y sea  $A_\lambda$  como el único atractor compacto no vacío, es decir,

$$A_\lambda = \lambda A_\lambda \cup \lambda A_\lambda + 1$$

y consideramos

$$\bar{A}_\lambda = (\lambda \bar{A}_\lambda - 1) \cup (\lambda \bar{A}_\lambda) \cup (\lambda \bar{A}_\lambda + 1)$$

Definimos el conjunto de Mandelbrot para IFS  $\mathcal{M}$  como el locus de conexidad,

$$\mathcal{M} := \{\lambda \in \mathbb{D} : A_\lambda \text{ es conexo}\}$$

En esta plática abordaremos la prueba de Solomyak sobre la similitud asintótica entre el conjunto de Mandelbrot  $\mathcal{M}$  y  $\bar{A}_\lambda$ , inspirada en el trabajo de Tan Lei.

**La conexidad del fractal de Rauzy.** (CI)

Adrian Ulises Soto Bañuelos (adrian.u.soto@ciencias.unam.mx)

Un *alfabeto* es un conjunto finito no vacío de símbolos, y una *palabra* es una concatenación, posiblemente vacía, de letras. Si una palabra  $w$  se puede ver como concatenación de dos palabras  $u$  y  $v$ , entonces a cada palabra se le llama *factor*. Una función que manda letras en palabras se llama *sustitución*. Una sustitución actúa en palabras sustituyendo cada una de ellas. Se dice que una palabra está *permitida* si aparece como un factor de  $\varphi^n(i)$ , para algún  $n \in \mathbb{N}$  y para alguna letra  $i$ . Bajo ciertas condiciones, una sustitución induce una teselación de los reales. Bajo una función asociada a la sustitución podemos definir el *espacio de teselaciones* y el *espacio sustitutivo*. El espacio de teselaciones tiene un flujo del que el espacio sustitutivo es una sección de Poincaré. Asociado al espacio de teselaciones tenemos el emfractal de Rauzy que podemos definir como un cociente que resulta de tomar el espacio sustitutivo y pegar puntos que bajo el flujo se acercan arbitrariamente. En esta plática daremos una caracterización de la conexidad del Fractal de Rauzy y mencionaremos algunas preguntas abiertas.

**Grupos Kleinianos (Mini-curso).** (CI)

Angel Cano, José Antonio Seade kuri (angelcano@im.unam.mx)

En el presente mini curso que sera impartido conjuntamente con el Dr. Seade presentares los rudimentos de la teoría de grupos Kleinianos complejos, así como los recientes avances en el área así como los avances mas recientes, en la última parte del mini-curso abordaremos algunos problemas abiertos.

**Simetrías icosaédricas de vibraciones no lineales: la molécula de Fullerene  $C_{60}$ .** (CI)

Carlos García Azpeitia, Wieslaw Krawcewicz, Manuel Tejada-Wriedt, Haopin Wu (cgazpe@ciencias.unam.mx)

La molecular de Fullerenos  $C_{60}$  consiste de 60 átomos de carbono posicionados en los vertices de un dodecaedro truncado o balón de fútbol. Esta molécula fue descubierta en 1985 por Harold Kroto, Robert Curl y Richard Smalley, lo que les valió la concesión del Premio Nobel de Química. Un modelo de mecánica clásica considera que los átomos conectados por aristas interactúan por fuerzas de enlace y que los demás átomos interactúan por fuerzas de torsion y van der Waals. El objetivo del proyecto es usar grado topológico equivariante para encontrar familias de soluciones periódicas, o vibraciones no lineales, a partir de la configuración de equilibrio. Este problema es equivariante bago la acción del grupo  $I \times O(3) \times O(2)$ , donde el grupo del icosaedro  $I$  actúa permutando los átomos, el grupo de isometrías  $O(3)$  actúa en el espacio y  $O(2)$  actúa en el tiempo. Presentaremos avances sobre la clasificación de las simetrías espacio-temporales de las soluciones periódicas.

**Atractores ocultos en sistemas caóticos. (RT)***Ma. Guadalupe Salgado Castorena (lupita.sc94@gmail.com)*

Las ecuaciones diferenciales son modelos útiles para describir el comportamiento dinámico de sistemas que aparecen en diversos campos. El principal objetivo de estos modelos es predecir la evolución de ciertos fenómenos naturales o artificiales. Desde un punto de vista computacional, en sistemas dinámicos no lineales, los atractores pueden dividirse en dos clases los auto-excitados y los ocultos. Los atractores auto-excitados pueden ser localizados numéricamente mediante un procedimiento computacional estándar, en el cual después de un proceso transitorio una trayectoria, comenzando desde un punto de una variedad inestable en una vecindad de equilibrio, alcanza un estado de oscilación, por lo que se puede identificar fácilmente. En contraste, para un atractor oculto, una cuenca de atracción no se cruza con pequeñas vecindades de equilibrios. Para la localización de los atractores ocultos es necesario desarrollar procedimientos especiales, ya que no existen procesos transitorios similares que conduzcan a tales atractores. El objetivo de esta charla será mostrar como se buscan atractores ocultos en algunos sistemas caóticos clásicos como el de Lorenz, Rossler o Chua. Usando el método del balance armónico, algunos métodos numéricos y la teoría de bifurcación daremos a conocer cómo se obtienen, al menos numéricamente, este tipo de atractores.

**Reducción de costos en el aprovisionamiento de productos a través de centros de consolidación. (CI)***Dayana Giselle Solorio Medrano, Rodolfo Garza Morales (dgsm0607@gmail.com)*

La integración económica en la que se encuentran los mercados en la actualidad incrementa el nivel de competencia entre empresas y más aún entre cadenas de suministro, para ello, las empresas buscan alianzas con proveedores, en muchos casos estos proveedores son extranjeros con tiempos de entrega altos. Esta situación, en conjunto con una administración deficiente en el control de flujo de materiales puede ocasionar niveles elevados de inventario, y como consecuencia mayores costos de almacén. Para atacar esta problemática es importante buscar un equilibrio entre los costos involucrados en el transporte e inventario sin afectar el servicio al cliente, los modelos matemáticos son una alternativa como herramienta de solución debido a que logran ofrecer una visualización sobre los posibles escenarios que pueden presentarse en el proceso sobre el cual se está implementando. Se tiene como caso de estudio una empresa dedicada a la fabricación de fluxómetros que importa productos de Asia para su transformación en Monterrey, el problema radica en el tiempo de entrega debido que la empresa opta por comprar una gran cantidad de producto para minimizar costos de transporte unitario y amortiguar la demanda, con anterioridad se ha ofrecido un modelo en programación entera mixta que considera estos aspectos, sin embargo, debido a su estructura y las características del problema, el tiempo de solución llega a ser muy alto a pesar de los buenos resultados que se obtuvieron. En la investigación se busca un balance entre los costos involucrados en el aprovisionamiento de estos productos a través de descomposición de Dantzig-Wolfe que aproveche la estructura del problema y permita ofrecer una alternativa con reducción en costos y tiempo de solución, brindando la oportunidad a la empresa de mejorar los costos y actuar de manera rápida ante los cambios que se pudiera presentar en la demanda.

**Flujos sin órbitas periódicas y sus vecindades. (CI)***Ana Rechtman Bulajich, Steve Hurder (rechtman@im.unam.mx)*

Presentaré la construcción de K. Kupberg de flujos en la esfera de dimensión 3 sin órbitas periódicas. El estudio del conjunto minimal de estos ejemplos nos permitió entender que, en la topología suave de los campos vectoriales, hay flujos arbitrariamente cercanos con entropía positiva. Explicaré como demostrar que un flujo en una variedad de dimensión 3 tiene entropía positiva.

**Conexiones entre topología simpléctica y sistemas dinámicos (RT)***Sergio Iker Martínez Juárez (iker@cimat.mx)*

A mediados de la década de los 80's Gromov encontró y demostró la existencia de un invariante simpléctico que ahora se conoce como la anchura de Gromov (Gromov width) para esto demostró su famoso teorema non squeezing, con esto surgió la noción de capacidad simpléctica naciendo un área nueva en matemáticas llamada topología simpléctica. El objetivo de la charla será dar los puntos principales de una prueba dinámica (con la existencia de órbitas periódicas de cierto tipo de Hamiltonianos) del teorema de Gromov non squeezing construyendo la capacidad simpléctica de Hofer-Zehnder.

**Género de hojas próximas a una curva invariante. (CI)***Diego Rodríguez Guzmán (dieroguz@gmail.com)*

Sea  $F$  una foliación holomorfo de dimensión 1 en una variedad compleja y  $C$  una curva compacta suave invariante por  $F$ . Si la dinámica de  $F$  alrededor de  $C$ , descrita por el grupo de holonomía  $\text{Hol}(F, C)$ , es abeliana e infinita, entonces para hojas  $L$  próximas a  $C$  tienen género, esto es que  $L$  contiene copias de un toro menos un disco.



**Teoremas exóticos de punto fijo para mapeos algebraicos del plano proyectivo. (CI)**

*Adolfo Guillot* (adolfo.guillot@im.unam.mx)

Hablaremos de algunos resultados recientes que dan relaciones algebraicas explícitas entre los valores propios de las derivadas en los puntos fijos de algunos mapeos del plano proyectivo.

**Isomorfismos a rotaciones de grupo. (CI)**

*Felipe García Ramos* (felipegra@gmail.com)

Caracterizaremos isomorfismos clásicos e isomorfismos de equivalencia de Kakutania a rotaciones de grupo desde el punto de vista de la dinámica topológica.

**Propiedades estadísticas de los sistemas dinámicos: Un enfoque analítico funcional. (CDV)**

*Cesar Octavio Maldonado Ahumada* (cesar.maldonado.ahumada@gmail.com)

Un enfoque adecuado para estudiar a los sistemas dinámicos caóticos es el de las densidades, es decir, estudiar la evolución de distribuciones de puntos en el espacio fase, en lugar de ver a la evolución de puntos en específico. Esto se realiza desde un punto de vista del análisis funcional, asociando un operador a la dinámica, el operador de transfer. Así, por ejemplo, las medidas invariantes están asociadas a los puntos fijos del operador. En general, muchas otras propiedades de la dinámica se ven reflejadas por las propiedades espectrales del operador. En esta charla hablaré del enfoque del análisis funcional para estudiar las propiedades estadísticas de los sistemas dinámicos, en particular hablaré de los mapeos expansivos en el intervalo, donde abordaremos la existencia de la medida invariante absolutamente continua respecto a Lebesgue y sus propiedades estadísticas como el decaimiento exponencial de correlaciones y teoremas límite.

**Un vistazo al diagrama de bifurcación de la familia logística. (CDV)**

*Laura Cano Cordero* (caclmx@yahoo.com.mx)

La familia logística surge como un modelo poblacional, y que se tiene aplicación en distintas áreas como medicina e ingeniería. En esta plática se expondrá las propiedades dinámicas de las iteradas generadas por los elementos de esta familia, para con ello estudiar un poco las propiedades que posee el diagrama de bifurcación.

**El flujo geodesico hiperbolico foliado. (CI)**

*Xavier Gómez-Mont Ávalos, Christian Bonatti, Matilde Martínez* (gmont@cimat.mx)

Uno de mis teoremas favoritos es el Teorema de Ergodicidad de Hopf: Sea  $S$  una superficie compacta con una métrica Riemanniana de curvatura constante negativa, entonces casi toda geodesica se equidistribuye en la superficie (i.e. el promedio de visita de casi toda geodesica por un abierto  $U$  de  $S$  es  $\text{Area}(U)/\text{Area}(S)$ ). La generalización de este Teorema que he obtenido conjuntamente con Bonatti y Martínez es considerar una variedad compacta  $M$  con una foliación  $F$  que admite una métrica foliada de curvatura constante negativa. Entonces podemos hechar a andar el flujo geodesico foliado. La conclusión de nuestro Teorema es que hay unas medidas de probabilidad  $M$  distinguidas en el hecho de que son medidas que vienen del 'pasado lejano'. Si empieza uno a poner condiciones adicionales a la foliación, como ser transversalmente conforme, puede uno llegar a la conclusión de la existencia de una única medida que viene del pasado lejano y que esta atrapando entonces la dinámica asintótica del flujo geodesico foliado. Explicare las ideas básicas en el enunciado y demostración de este teorema.

## Teoría de Números y sus aplicaciones

Coordinador: Víctor C. García Hernández

Lugar: Seminarios 3, Instituto de Matemáticas, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	José Hernández Santiago (Mini-curso)		
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Felipe Zaldivar	Fernando Mora	Gabriel Villa	
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	TRASLADO	José de Jesús Angel	César Alfonso Díaz	Rodolfo Montes de Oca	
12:00–12:30	Martha Rzedowski C.	Carlos Daniel Reyes	Sergio Guzmán	Adrian Zenteno	
12:30–13:00		Francisco Gómez	Rogelio Herrera		
13:00–13:30	Elizabeth Ramírez	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Jonny Fdo Barreto				
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	Fausto Jarquín	Carlos Segovia	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	José Hernández Santiago (Mini-curso)				
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

**Campos de géneros. (CDV)**

Martha Rzedowski Calderón, Myriam Rosalía Maldonado Ramírez (mrzedowski@ctrl.cinvestav.mx)

La teoría de géneros se remonta a Gauss en el contexto de formas cuadráticas binarias. Para una extensión finita  $K/\mathbb{Q}$ , el campo de géneros se define, de acuerdo con Fröhlich, como la máxima extensión no ramificada  $K_g$  de  $K$  de manera que  $K_g$  es el compuesto de  $K$  y una extensión abeliana  $k^*$  de  $\mathbb{Q}$ , esto es  $K_g = Kk^*$ . Se presentan un bosquejo histórico del desarrollo del tema y también algunos conceptos y resultados tanto para campos numéricos como para campos de funciones sobre campos finitos.

**Campos de funciones ciclotómicos con número de clases de ideales uno. (CI)**

Elizabeth Ramírez Ramírez, Martha Rzedowski Calderón (elibeth2301@gmail.com)

Sean  $k = \mathbb{F}_q(T)$  un campo de funciones racionales y  $A = \mathbb{F}_q[T]$  el anillo de polinomios, donde  $q = p^n$  y  $p$  es un número primo. Sean  $K$  una extensión finita y separable de  $k$ ,  $\mathcal{O}_K$  la cerradura entera de  $A$  en  $K$  y  $S$  el conjunto de los primos infinitos de  $K$ . Se tiene que  $\mathcal{O}_K$  es un dominio de Dedekind y que el orden de su grupo de clases de ideales es finito. Este orden se llama el número de clases de ideales de  $K$  y se denota por  $h_S$ . Denotamos por  $K_M$  al campo de funciones ciclotómico asociado con el polinomio mónico  $M(T) = \prod_{i=1}^r (P_i(T))^{n_i}$  y con campo de constantes  $\mathbb{F}_q$ . En esta plática se presentarán todas las extensiones ciclotómicas  $K_M$  de  $k$  con número de clases de ideales uno. La lista está formada por 17 soluciones salvo por  $\mathbb{F}_q(T)$ -isomorfismo.

**Propiedades aritméticas de extensiones multicíclicas. (RT)**

Jonny Fernando Barreto Castañeda, Martha Rzedowski Calderón, Fausto Jarquín Zárate (jfbaretoc@unal.edu.co)

En esta charla se presentan algunas propiedades aritméticas de  $p$ -extensiones abelianas  $K/k$ , donde  $k$  es un cuerpo de característica  $p > 0$ , llamadas extensiones multicíclicas. Entre estas propiedades están: la caracterización de los generadores para las subextensiones de  $K/k$  a partir de los vectores de Witt y de las operaciones, el tipo de ramificación y la descomposición de los divisores primos en  $k$ . Se presentarán algunos ejemplos que ilustren los resultados más importantes dados en la charla.

**El papel de los campos ciclotómicos en la teoría de números (Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Teoría de Números).** (CDV)

Gabriel Villa Salvador (gvilla@ctrl.cinvestav.mx)

Un campo ciclotómico es el campo que contiene a todas las raíces del polinomio racional  $x^n - 1$  con  $n$  un número natural. Por inocente que parezca esta ecuación y sus campos de descomposición, es decir, los campos ciclotómicos, son culpables en gran parte de la llamada teoría de campos de clase, las extensiones abelianas de los números racionales, de la obtención de los primos que aparecen en las progresiones aritméticas, están relacionados con el último teorema de Fermat, de que algunos de nosotros tengamos trabajo, etc. Más precisamente, estos campos son los culpables de la demostración de los primeros casos del famoso último teorema de Fermat. Nos dice por que existen una infinidad de números primos distintos en progresiones aritméticas del tipo  $a + bn$ , con  $a, b$  números naturales primos relativos dados y  $n$  recorre el conjunto de los números primos (Teorema de Dirichlet), nos describe como son todas las extensiones abelianas de  $\mathbb{Q}$ , el campo de los números racionales (Teorema de Kronecker–Weber) y muchas otras cosas más. En esta plática estudiaremos como se presentan algunos de los hechos que se mencionan en el párrafo anterior, y describiremos algunas de las propiedades de estos campos.

**Identidades de la eta-función Dedekind.** (CDV)

Fausto Jarquín Zárate (fao\_jarquín@yahoo.com.mx)

Una de las funciones más importantes en teoría de números es la eta-función de Dedekind  $\eta(z)$ . En esta plática presentamos propiedades de  $\eta(z)$ , identidades de  $\eta(z)$  y análogos en campos de funciones.

**Sobre el número de soluciones de ciertas congruencias polinomiales (Minicurso).** (CDV)

José Hernández Santiago (stgo@matmor.unam.mx)

Nuestro objetivo en este minicurso es exponer algunos resultados e ideas notables en teoría de números mediante los cuales es posible establecer la existencia de soluciones (no triviales) de congruencias del tipo

$$F(x_1, \dots, x_n) \equiv 0 \pmod{p},$$

donde  $p$  es un número primo y  $F$  es una forma diagonal  $n$ -aria de grado  $k$ , e incluso proporcionar estimaciones para el número de soluciones de las mismas. La gama de ideas a discutir será más o menos diversa: desde lo que Noga Alon, Mel Nathanson e Imre Ruzsa denominan como “el método polinomial” hasta los rudimentos del método de las sumas trigonométricas. Duración del minicurso: 8 horas

**Referencias:** [1] M. Z. Garaev, *Sumas trigonométricas y congruencias aditivas*. La Gaceta de la RSME, **12** (1) (2009), 129–143. [2] A. Geroldinger e I. Z. Ruzsa, *Combinatorial number theory and additive group theory*. Advanced courses in mathematics (CRM Barcelona), Birkhäuser Verlag, Basel-Boston-Berlin, 2000.

**Descenso de Galois de espacios vectoriales y cohomología de Galois.** (CDV)

Felipe de Jesús Zaldivar Cruz (fzaldivar55@gmail.com)

Para una extensión de campos, se considerará el problema de descenso de espacios vectoriales, especialmente en el caso cuando la extensión es de Galois. Como una primera consecuencia se obtiene el teorema 90 de Hilbert para los grupos lineales general y especial. En la segunda parte, se considera el problema de descenso de Galois cuando los espacios vectoriales involucrados tienen algún tensor fijo, por ejemplo una forma bilinear o una estructura de álgebra. Como una aplicación se obtiene el teorema de la base normal.

**El uso de la dificultad de encontrar isogenias de curvas elípticas en criptografía post-cuántica.** (CDV)

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

Las curvas elípticas aparecieron en el escenario de la criptografía en el año de 1985, propuestas de manera independiente por V. Miller y N. Koblitz. Particularmente que el conjunto de puntos racionales  $E(K)$  sobre un campo finito  $K$  sea un grupo abeliano y que el problema del logaritmo discreto sobre  $E(K)$  sea computacionalmente imposible de resolver sirvió para definir esquemas criptográficos de clave pública. Actualmente son usadas las curvas NIST que son un caso particular de las curvas en forma de Weierstrass, otras curvas que han sido propuestas son las curvas con forma de Edwards y con forma de Montgomery, especialmente por la eficiencia de sus operaciones. Otro tipo de criptografía usando curvas elípticas es definiendo un mapeo bilineal (Weil pairing)  $e: G \times G \rightarrow G$  que involucran diferentes variantes del PLD y así definen esquemas criptográficos. Principalmente esquemas donde la clave pública es cualquier cadena de bits. Aunque ya se habían propuesto diferentes áreas de las matemáticas que involucran a las curvas elípticas no se había concretado un esquema seguro y eficiente. Sin embargo: quizá la primera idea de estudiar isogenias entre curvas elípticas fue tratar de resolver el PLDE (problema e logaritmo discreto elíptico). Es decir: si quiero resolver el PLDE en  $E_1(F_q)$  podría bien ser más fácil resolverlo en  $E_2(F_q)$  donde  $E_1$  y  $E_2$  son isogenias, o sea existe un morfismo  $\phi: E_1 \rightarrow E_2$ . En el camino se encontró que hallar

a  $\phi$  no era tan simple. De hecho se puede formular el siguiente problema: Dada las curvas elípticas  $E_1$  y  $E_2$  tales que tienen el mismo número de puntos, entonces encuentra una isogenia  $\phi: E_1 \rightarrow E_2$ . En los últimos años se ha podido construir diferentes esquemas criptográficos basados en la dificultad de encontrar isogenias, tales como esquemas de Intercambio de claves, firmas digitales, firmas no negables, firmas ciegas, y otros. Otra importante característica de estos esquemas es que no existe en la actualidad algoritmo que encuentre isogenias eficientemente aún con la computación cuántica. En esta plática desglosamos estos temas.

#### **Teorema de Kummer-Dedekind en C++.** (CI)

*Carlos Daniel Reyes Morales (mcenigm@gmail.com)*

En la teoría general de anillos "fuera" de los dominios Euclidianos, los conceptos de elemento primo y elemento irreducible difieren. Al considerar una extensión de campos numéricos  $L/K$  y sus respectivos anillos de enteros, en general estos resultan ser anillos no Euclidianos. Entonces se puede hablar de la factorización de ideales primo. Usando una implementación en lenguaje C++ del Teorema de factorización de Kummer-Dedekind y se hallaran ideales primos totalmente descompuesto en extensiones algebraicas de  $\mathbb{Q}$ .

#### **Resultados de Teoría de Números con enfoque dinámico.** (CDV)

*Francisco Gómez Hernández (francisco.gomez@cimat.mx)*

El estudio de los sistemas dinámicos es una de las áreas más activas de investigación en los últimos años. En particular, han surgido muchas relaciones con la Teoría de Números. La finalidad de esta charla es exponer las definiciones básicas de sistemas dinámicos y mostrar algunos resultados importantes de Teoría de Números que han sido demostrados con un enfoque dinámico, por ejemplo, el teorema de Szerevádi.

#### **La transformada de Haar en campos finitos.** (CDV)

*Horacio Tapia Recillas (htr@xanum.uam.mx)*

Las "ondeletas" (wavelets) son una herramienta con una gran variedad de aplicaciones las cuales incluyen: análisis de ruido en audio, compresión de señales y huellas digitales, análisis y reconocimiento de imágenes y voz; entre otras. Una de las primeras transformadas usadas para estos propósitos es la de Haar, posteriormente las de Daubechies, generalizando a las primeras. Estas transformadas (clásicas) están definidas sobre el campo de los números reales/complejos. El propósito de esta charla es ver que también se pueden definir sobre algunos campos finitos  $\mathbb{Z}_p$  donde  $p$  satisface algunas propiedades. Cabe mencionar que estas transformadas también tiene aplicación en teoría de códigos y criptografía.

#### **Lenguajes, torres de Hanoi y una aplicación a teoría de códigos.** (CI)

*Carlos Segovia González, Monika Winklmeier (csegovia@matem.unam.mx)*

Se mostrará la relación que existe entre las diferentes interpretaciones de la sucesión  $1, 2, 5, 15, 51, 187, 715, \dots$ , con la forma  $(2^n + 1)(2^{n-1} + 1)/3$ , entre las cuales tenemos: 1) La densidad de un lenguaje con 4 letras, 2) El número de estados no equivalentes de una gráfica de Hanoi  $H_n^4$ , 3) La dimensión del encaje universal del espacio polar dual 4) La suma de los cuadrados del número de trayectorias en el diagrama de Hasse asociado a la representación canónica asociada a un grupo matricial de orden 96. Finalmente se mostrará como estas estructuras producen una forma de codificar información de una manera muy eficiente.

#### **Extensiones relativas de Kummer.** (CI)

*Fernando Mora Barrera, Pablo Lam (fbarrera10147@gmail.com)*

En esta charla presentamos algunos resultados de teoría de Kummer relativa, más precisamente: dado un primo racional  $p$ ,  $n$  un entero positivo,  $K$  un campo de característica diferente de  $p$ ,  $F/K$  una extensión cíclica de grado  $q = p^n$  y  $A \in F \setminus \mathbb{F}_p$  tal que  $F = K(A)$ . Sea  $f(x)$  el polinomio mínimo de  $A$  sobre  $K$ . Para un entero positivo  $u$ , consideremos el polinomio  $g(x) := f(x^{p^u}) = (x^{p^u} - A)h(x) \in K[x]$ , con  $h(x) \in F[x]$ . Sea  $\Omega$  el campo de factorización de  $g(x)$ . Para  $u = 1$ ,  $\Omega/F$  es una extensión Kummer de grado  $p^m$ , para algún  $m \geq 1$ . A. A. Albert, On cyclic fields, Trans. Amer. Math. Soc. **37** (1935), 452–462.) Preguntó: ¿Cómo elegir  $A$  de forma que  $m = 1$ ? En esta charla presentamos condiciones necesarias y suficientes para  $A$  de forma que  $m < q$ .

#### **Suma de fracciones módulo $p$ .** (RI)

*César Alfonso Díaz Mijangos, Moubariz Garaev (dzmj112@hotmail.com)*

Sea  $\mathbb{F}_p$  el campo de clases residuales módulo un primo grande  $p$ . Consideremos un  $\lambda \in \mathbb{F}_p$  arbitrario pero fijo, sean también  $\mathcal{J}$  y  $\mathcal{I}$  dos intervalos de  $\mathbb{F}_p$  tales que  $\mathcal{J} \neq \{0\}$  y  $\mathcal{I} \neq \{0\}$ . En esta plática hablaremos de la solubilidad de la ecuación

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{y_i} = \lambda, \quad (8)$$

donde  $x_i, y_i$  son variables que corren en los intervalos  $\mathcal{J}$  y  $\mathcal{J}$  respectivamente.

Usando sumas exponenciales Shparlinski [8] obtuvo una fórmula asintótica para el número de soluciones de congruencias lineales generales. Los resultados de Shparlinski implican en particular que si  $n \geq 3$  y  $|\mathcal{J}| = |\mathcal{J}| > p^{n/(3n-2)+\epsilon}$ , entonces la ecuación (8) tiene solución para cualquier  $\epsilon > 0$ .

Veremos que utilizando herramientas combinatorias y analíticas es posible obtener la solubilidad de (8) bajo condiciones más débiles sobre los tamaños de  $|\mathcal{J}|$  y  $|\mathcal{J}|$ .

**Bibliografía:** [1] J. Bourgain, M. Z. Garaev, 'Sumsets of reciprocals in prime fields and multilinear Kloosterman sums', (Russian) *Izv. Ross. Akad. Nauk Ser. Mat.*, **78** (4) (2014), 19–72; translation in *Izv. Math.*, **78** (4) (2014), 656–707. [2] J. Cilleruelo, M. Z. Garaev, 'Concentration of points on two and three dimensional modular hyperbolas and applications', *Geom. Func. Anal.*, **21** (2011), 892–904. [3] C. A. Díaz, M. Z. Garaev, 'Sums of fractions modulo  $p$ ', *Arch. Math.* **106** (2016), 337–344. [4] M. Z. Garaev, V. C. García, 'The equation  $x_1x_2 = x_3x_4 + \lambda$  in fields of prime order and applications', *J. Number Theory*, **128** (2008), 2520–2537. [5] V. C. García, 'Distribution and additive properties of sequences with terms involving sumsets in prime fields', *Integers*, **12** (2012), Paper no. A41, 8 pp. [6] A. A. Glibichuk, 'Combinatorial properties of sets of residues modulo a prime and the Erdos-Graham problem', *Mat. Zametki*, **79** (2006), 384–395; translation in: *Math. Notes*, **79** (2006), 356–365. [7] D. R. Heath-Brown, 'Almost-primes in arithmetic progressions and short intervals', *Math. Proc. Cambridge Philos. Soc.*, **83** (1978), 357–375. [8] I. E. Shparlinski, 'Linear congruences with ratios', *Proc. Amer. Math. Soc.*, **144** (7) (2016) 2837–2846. [9] I. E. Shparlinski, 'On a question of Erdos and Graham', *Arch. Math.*, **78** (2002), no. 6, 445–448.

### Potencias en productos de términos de la sucesión de Pell y Pell-Lucas. (CI)

Sergio Guzmán Sánchez (strebeinsam@gmail.com)

La sucesión de Pell  $(u_n)_{n=0}^{\infty}$  esta dada por la recurrencia  $u_n = 2u_{n-1} + u_{n-2}$  con condiciones iniciales  $u_0 = 0, u_1 = 1$  y su sucesión asociada, la sucesión de Pell-Lucas  $(v_n)_{n=0}^{\infty}$  está dada por la sucesión  $v_n = 2v_{n-1} + v_{n-2}$  con condiciones iniciales  $v_0 = 2, v_1 = 2$  Sean  $n, d, k, y, m$  enteros positivos con  $m \geq 2, y \geq 2$  y  $\gcd(n, d) = 1$ . Se platicará sobre las soluciones de la ecuación diofántica  $u_n u_{n+d} \cdots u_{n+(k-1)d} = y^m$ , las cuales son  $u_7 = 13^2$  y  $u_1 u_7 = 13^2$ , también se verá que la ecuación  $v_n v_{n+d} \cdots v_{n+(k-1)d} = y^m$  no tiene soluciones.

### Introducción a las curvas elípticas. (CDV)

Rogelio Herrera Aguirre (rha@correo.azc.uam.mx)

Las Curvas Elípticas, originalmente curvas cúbicas no-singulares definidas sobre el campo  $\mathbb{Q}$  y con al menos un punto  $p$  de coordenadas racionales, se puede definir sobre diferentes campos de números, los puntos definidos sobre tales curvas se pueden dotar de una operación que los hace un grupo abeliano, esta riqueza de estructura permite que tales curvas tengan diversas aplicaciones en la teoría de números y la geometría, en este trabajo se presenta la teoría básica de las curvas elípticas junto con algunas de sus repercusiones en la teoría de números.

### El teorema de existencia, módulo de Carlitz y grupos. (CDV)

Gabriel Daniel Villa Salvador (gvilla@ctrl.cinvestav.mx)

La Teoría de Campos de Clase trata sobre la clasificación de las extensiones abelianas de un campo local o global. Esta teoría esencialmente consta de dos partes: una Ley de Reciprocidad y un Teorema de Existencia. La parte más oscura de la Teoría de Campos de Clase es el Teorema de Existencia, el cual establece la existencia de cierto campo pero que pocas veces lo podemos "explicitar" en el sentido de describirlo por medio de polinomios y de las raíces de estos polinomios. En 1965, J. Lubin y J. Tate usaron grupos formales para explicitar el campo del Teorema de Existencia en el caso de campos locales. El polinomio base del cual se sirvieron es de la forma  $f_{\pi}(Z) = \pi Z + Z^q$ . En el caso de campos globales, una gran parte del Teorema de Kronecker-Weber en característica  $p > 0$  se basa en el módulo de Carlitz, el cual está dado por el polinomio  $C_T(u) = Tu + u^q$ . El parecido entre  $f_{\pi}(Z)$  y  $C_T(u)$  es evidente. Discutiremos algo sobre esta similitud y algunas otras cosas relacionadas con el Teorema de Existencia.

### El teorema de reciprocidad de Artin. (CDV)

Rodolfo Emilio Montes de Oca Osornio (emilio.montesdeoca@cimat.mx)

La ley de reciprocidad cuadrática es un famoso resultado acerca de la relación "recíproca" que existe entre las soluciones a  $x^2 = p \pmod{q}$  y  $x^2 = q \pmod{p}$ , con  $p$  y  $q$  primos. Gauss fue el primero en demostrarla en su famoso *Disquisitiones Arithmeticae*. Además, fue capaz de establecer resultados análogos para los casos cúbico y bicuadrático. Generalizar esta ley en cualquier campo de números (i.e., en cualquier extensión finita de  $\mathbb{Q}$ ) fue el 9° problema de la lista de los 23 problemas de Hilbert. En una serie de artículos publicados entre 1924 y 1930, Emil Artin estableció un isomorfismo que generalizaba todas las leyes de reciprocidad conocidas hasta la época, resolviendo parcialmente el 9° problema de Hilbert. Esta ley general tiene un papel central en la teoría de campos de clases porque permite describir las extensiones abelianas de campos de números en términos de su aritmética. En esta charla hablaremos de manera introductoria sobre esta ley general y algunas de sus consecuencias más importantes.

**Programa de Langlands y el problema inverso de Galois. (CI)***Adrian Zenteno Gutierrez (matematicazg@ciencias.unam.mx)*

El problema inverso de Galois, considerado por primera vez en el siglo XIX por Hilbert, consiste en determinar si todo grupo finito puede obtenerse como el grupo de Galois de una extensión finita de  $\mathbb{Q}$ . A pesar de ser un problema que continúa abierto, grandes avances ocurrieron a lo largo del siglo pasado. La primera familia infinita de grupos simples no abelianos para la que el problema inverso fue resuelto, fue la familia de grupos alternantes, resulta por Hilbert a principios del siglo XX. Posteriormente, Shafarevich (1958) demostró que todos los grupos solubles finitos pueden obtenerse como el grupo de Galois de una extensión finita de  $\mathbb{Q}$  y Thompson (1984) resolvió el problema para todos los grupos simples esporádicos excepto el grupo de Mathieu  $M_{23}$ . Una familia de grupos finitos simples, para la cual el problema inverso de Galois continúa abierto, es la familia de grupos finitos simples de tipo Lie. En esta charla explicaremos como recientes avances en el programa de Langlands nos permiten resolver el problema inverso de Galois para algunas familias infinitas de grupos lineales, simplécticos y ortogonales.

**Un caso particular de la Conjetura de Catalan (CDV)***Fidencio Galicia Rodríguez (svensson460@gmail.com)*

La Conjetura de Catalán, ahora conocida como teorema de Mihăilescu afirma que las únicas soluciones de la Ecuación Diofántica  $x^a - y^b = 1$  para  $x, a, y, b > 1$  son  $x = 3, a = 2, y = 2, b = 3$ . En esta plática trataremos un caso particular de la Ecuación Diofántica anterior, a saber:  $3^a - 2^b = 1$   $a > 1, b > 1$ . Probaremos que las únicas soluciones enteras de la ecuación anterior son  $x = 2, y = 3$ . La demostración del caso general hace uso extensivo de cuerpos ciclotómicos y módulo de Galois. El caso particular arriba mencionado hace uso de los métodos elementales de la Teoría de los Números adquiridos en los cursos de esta rama a nivel licenciatura. La plática está dirigida a estudiantes de los primeros cuatro semestres de licenciatura con conocimientos básicos de divisibilidad y congruencias.

# Topología Algebraica y Geométrica

Coordinador: Gabriela Hinojosa Palafox

Lugar: Yelizcalli "004", Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Jesús Hernández	<b>Fabiola Manjarrez</b>	Luis J. Sánchez
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Rita Jimenez R	Juan Antonio Pérez	<b>Mario Eudave Muñoz</b>	<b>Juan Pablo Díaz</b>
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	<b>RECESO</b>			
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO	Jesús Fco Espinoza	<b>Yadira L. Barreto</b>	Bruno A. Cisneros	<b>Jair Remigio Juárez</b>
12:00–12:30	<b>Miguel Xicotencatl</b>				
12:30–13:00		Leonardo Rodríguez	Israel Morales	Macarena C Robles	Ana Silvia Baray
13:00–13:30	Omar A Camarena	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	<b>C O M I D A</b>				
14:00–14:30					
14:30–15:00					
15:00–15:30					
15:30–16:00					
16:00–16:30					
16:30–17:00					
17:00–17:30			Dulce Ma Guerrero	José A. Manguce	
17:30–18:00	José A Arciniega	Aura L. Kantun	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Erich U Catálan	Arley Fdo Torres			
18:30–19:00	Cristhian E Hidber	Jorge Aguilar G			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

### Cohomología y formas modulares. (CDV)

Miguel Alejandro Xicotencatl Merino (xico@math.cinvestav.mx)

En topología algebraica se construyen invariantes (o funtores) de espacios topológicos en diversas categorías algebraicas (grupos abelianos, anillos, etc.), con la finalidad de transformar problemas geométricos en problemas algebraicos más fáciles de analizar. Naturalmente, entre más estructura posean los espacios, más sofisticados serán los objetos algebraicos con los que se estudien y para ilustrar este hecho, exhibiremos un espacio cuya cohomología puede expresarse en términos de formas modulares. Estas últimas aparecen en la teoría de curvas elípticas, la geometría hiperbólica y en la solución de algunos problemas elementales en teoría de números.

### Espacios clasificantes conmutativos y nilpotentes de grupos de Lie de dimensiones bajas. (CI)

Omar Antolín Camarena, Bernardo Villarreal Herrera, Simon Gritschacher (omar.antolin@gmail.com)

Alejandro Adem y varios coautores definieron e iniciaron el estudio de ciertas variantes del espacio clasificante  $BG$  de un grupo topológico  $G$ , una de ellas es el espacio clasificante conmutativo de  $G$  denotado por  $B\text{com}(G)$ . En el modelo simplicial usual de  $BG$ , los  $n$ -simplejos son todas las  $n$ -adas de elementos de  $G$ ; para  $B\text{com}(G)$  se toman solo las  $n$ -adas de elementos que conmutan dos a dos. En esta plática describiré lo que sé acerca de estos espacios clasificantes conmutativos y nilpotentes para algunos grupos de Lie  $G$  de dimensiones bajas:  $G = \text{SU}(2), \text{U}(2), \text{SO}(3)$  y  $\text{O}(2)$ . Bernardo Villarreal Herrera y yo calculamos los anillos de cohomología entera de  $B\text{com}(\text{SU}(2))$  y  $B\text{com}(\text{U}(2))$ . En un proyecto entre Bernardo, Simon Gritschacher y yo, hemos estado estudiando el tipo de homotopía de  $E\text{com}(G)$ , la fibra homotópica de la inclusión de  $B\text{com}(G)$  en  $BG$ , una medida de que tanto difiere el espacio clasificante conmutativo del usual. Demostramos que  $E\text{com}(\text{O}(2))$  tiene el tipo de homotopía de la suspensión del toro y que hay una aplicación de  $S^4$  en  $E\text{com}(\text{SU}(2)) = E\text{com}(\text{U}(2))$  con cofibra la suspensión cuádruple del plano proyectivo real.

### Teoría K real. (CI)

Noé Bárcenas Torres (barcenasm@matmor.unam.mx)

En esta charla, nos dedicaremos a dar aspectos clásicos de la teoría K real, introducida por S. M. Atiyah. Analizaremos algunos de sus interacciones con el análisis global en variedades, la geometría Spin y la topología algebraica. Mostraremos un zoológico de ejemplos para entender la interacción de estas ramas en la geometría de variedades.

**Homología relativa de grupos. (CI)**

*José Antonio Arciniega Nevárez (fenix.dgo@gmail.com)*

En la literatura, hemos distinguido dos tipos de homología relativa de grupos: una definida por Mauris Auslander y W.S. Massey en trabajos independientes y la otra definida por Iain T. Adamson. Sean  $G$  un grupo y  $H$  un subgrupo (no necesariamente normal). Auslander y Massey definieron la homología relativa de grupos como la homología de la pareja topológica  $(BG, BH)$ , donde  $BG$  es el espacio clasificante del grupo  $G$  y  $BH$  se considera como un subespacio de  $BG$ . Satoru Takasu desarrolló esta homología usando métodos del álgebra homológica. Sean  $G/H$  el conjunto de clases laterales y  $C_*(G/H)$  el conjunto simplicial con  $n$ -simplejos de la forma  $(g_0H, \dots, g_nH)$ . La homología relativa definida por Adamson es la homología del complejo  $C_*(G/H) \otimes \mathbb{Z}$ . Hochschild estudió y desarrolló las ideas de Adamson usando métodos del álgebra homológica. En un trabajo conjunto con el Dr. Cisneros-Molina, dimos una definición de esta teoría usando espacios clasificantes de grupos para una familia de subgrupos de  $G$  que consta de todos los subgrupos de  $H$  y sus conjugados. Esta última definición es un caso particular de la homología de la representación de  $G$  por medio de permutaciones en un conjunto  $X$  que definió Ernst Snapper. Se pueden definir invariantes topológicos de 3-variedades hiperbólicas en cada una de las homologías relativas. En la plática daremos detalles de estas teorías y ejemplos de cada una de ellas que nos permiten evidenciar que las dos son diferentes.

**Introducción a la (co)homología para representaciones por permutaciones. (RT)**

*Erich Ulises Catálan Ramírez (xafir\_12@hotmail.com)*

El objetivo de esta plática es dar la construcción de los grupos de (co)homología para representaciones por permutaciones, en particular, tomando una representación por permutaciones adecuada podemos recuperar la (co)homología de grupos clásica.

**Clases características de haces con fibra la botella de Klein. (RT)**

*Cristhian Ernesto Hidber Cruz, Miguel A. Xicoténcatl Merino (hidbercr@gmail.com)*

En esta plática calcularemos la cohomología de  $B\text{Diff}(K)$ , el espacio clasificante del grupo de difeomorfismos de la botella de Klein. Para esto, analizamos la sucesión espectral asociada a la fibración:

$$B\text{Diff}_0(K) \longrightarrow B\text{Diff}(K) \longrightarrow B(\mathbb{Z}_2 \times \mathbb{Z}_2).$$

Más aún, demostramos que  $B\text{Diff}(K) \simeq B\mathbb{Z}_2 \times B\text{O}(2)$ . Posteriormente consideramos la construcción de Borel:

$$E\text{Diff}(K) \times_{\text{Diff}(K)} F_q(K) / \Sigma_q$$

y probamos que es un espacio  $K(\Gamma^q(K), 1)$ , donde  $\Gamma^q(K) := \pi_0 \text{Diff}(K; q)$  es el grupo modular de  $K$  con  $q$  puntos marcados. Finalmente, usando el espacio  $K(\Gamma^q(K), 1)$  calculamos la cohomología mod 2 del grupo  $\Gamma^q(K)$ .

**Clasificando letras y superficies. (CDV)**

*Rita Jimenez Rolland (jimenez.atir@gmail.com)*

En esta charla mostraremos cómo un topólogo clasifica las letras del alfabeto. Buscando extender estas ideas consideraremos el problema de clasificar topológicamente a las superficies. Introduciremos ejemplos de superficies y veremos cómo, a pesar de sus formas aparentemente diversas, básicamente toda superficie puede obtenerse de manera muy concreta pegando los lados de ciertos polígonos planos. Este resultado clásico se conoce como el teorema de clasificación de superficies compactas. Si el tiempo lo permite, esbozaremos las ideas de la elegante e intuitiva prueba de Zeeman.

**Sobre la forma de una nube de puntos. (CDV)**

*Jesús Francisco Espinoza Fierro (jesus.espinoza@mat.uson.mx)*

Muchos de nosotros hemos sido testigos de la elegancia con la que fluye un cardumen (banco de peces), o con aquella sincronía con la que danza una parvada surcando el cielo en asombrosas formas y misteriosos patrones. De igual manera, varios de nosotros nos hemos preguntado ¿cómo describir la forma que tienen esos grupos? ¿cómo evoluciona su forma en el tiempo?. Por otro lado, si pensamos ahora en la colección de glóbulos blancos fluyendo en el torrente sanguíneo o una colección de partículas confinadas en algún recipiente, ¿podemos inferir la forma del espacio ambiente conociendo la posición relativa de cada uno de tales objetos sólo en ciertos momentos?. En esta plática introduciremos algunas herramientas provenientes del álgebra y la geometría que nos permiten inferir una respuesta a estas cuestiones, las cuales se enmarcan en el área del análisis topológico de datos (ATD). Además, mostraremos a través de varios ejemplos distintas aplicaciones del ATD en el estudio de la estructura interna y la dinámica de varios sistemas de partículas.



**Propiedades de continuidad en homomorfismos discontinuos y refinamiento de topologías de grupo. (CI)**

Leonardo Rodríguez Medina, Hugo Bello, Mikhail Tkachenko (leonardo.rodriguez@unam.mx)

Bajo ciertas condiciones, cualquier homomorfismo (incluso discontinuo) entre grupos topológicos  $f: G \rightarrow H$  preserva los puntos de acumulación de subconjuntos abiertos, i.e  $f(\overline{O}) \subset \overline{f(O)}$  para cada  $O \subset G$  abierto. Esto sucede por ejemplo si: 1)  $H$  es precompacto o bien; 2)  $G$  y  $H$  son  $\omega$ -estrechos ( $\aleph_0$ -acotados) y  $G$  tiene la propiedad de Baire. Existen también homomorfismos que no preservan dicha propiedad. No obstante, la existencia de homomorfismos  $R \rightarrow R$  y  $T \rightarrow T$  para los cuales sus gráficas son grupos de dimensión 0 permiten refinar la topología de cualquier grupo abeliano (localmente) precompacto por otra topología 0-dimensional del mismo peso. En esta plática daremos cuenta de la relación de estos hechos.

**Espacios de teselaciones y el toro irracional. (CI)**

Darío Alatorre Guzmán (dario@matem.unam.mx)

Platicaré acerca del problema de determinación de la geometría y forma de los espacios de teselaciones. Estos son una especie de solenoide y se conocen varias de sus propiedades dinámicas. Han sido estudiados por L. Sadun y R. Williams quienes probaron que dichos espacios son haces fibrados sobre toros. Sin embargo su construcción es "muy abstracta para ser de utilidad en términos prácticos de clasificación". En esta charla introduciré una construcción alternativa y más natural obtenida al dotar a los espacios de teselaciones con una estructura de difeología, con la que el mencionado haz fibrado existe sobre el toro irracional.

**Acciones por conjugación y fibraciones equivariantes. (CI)**

Aura Lunica Kantún Montiel (alkantun@unpa.edu.mx)

El concepto de  $G$ -fibración representa una versión equivariante del concepto de una fibración de Hurewicz. Es decir, una  $G$ -fibración es una función equivariante que posee la propiedad de levantamiento de  $G$ -homotopías para la clase de todos los  $G$ -espacios.

Es un hecho conocido que la proyección natural de un grupo localmente compacto  $G$  en el espacio de sus clases laterales,  $\pi: G \rightarrow G/H$ ,  $g \mapsto gH$ , donde  $H$  es un subgrupo cerrado de  $G$ , es una fibración de Hurewicz. Análogamente, al considerar  $G$  y  $G/H$  como  $G$ -espacios mediante la acción por traslación izquierda,  $\pi$  será también una  $G$ -fibración.

Al tratar  $\pi$  como función equivariante con la acción por conjugación del grupo  $H \times H$ , obtenemos un caso especial que nos proporciona algunos resultados interesantes, y nos brinda ejemplos de haces principales equivariantes. Analizaremos algunas condiciones suficientes para las que, bajo esta acción, la proyección natural  $\pi$  es fibración equivariante.

 **$\mathbb{Z}_k$ -Stratifolds. (RT)**

Arley Fernando Torres Galindo, Jairo Andres Angel Cardenas, Carlos Segovia Gonzales (fatorresg@gmail.com)

Tomemos una clase de homología y sobre esta hagamos la siguiente pregunta. ¿Es posible representar esta clase de homología por media de una aplicación continua de una variedad cerrada y orientable? Esta pregunta fue formulada por N. Steenrod y respondida por R. Thom en su famoso artículo *Quelques propriétés globales des variétés différentiables* [3]. En este, R. Thom muestra, entre otros resultados, que cualquier clase con coeficientes en  $\mathbb{Z}_2$  y un múltiplo impar de una clase de homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}$  es representable de esta manera. Él también encontró una clase de homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}$  que no se puede representar en el sentido de Steenrod.

Otros modelos geométricos se han propuesto para representar clases de homología, por ejemplo las  $\mathbb{Z}_k$ -variedades y los Stratifolds propuestos por D. Sullivan y M. Kreck respectivamente. Los primeros objetos son variedades con frontera y una identificación del espacio que permite obtener una clase fundamental en la homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}_k$  [2]. Los otros objetos son generalizaciones de variedades que tienen estratos suaves y en los cuales es posible usar las herramientas usuales de variedades diferenciables, y con estos M. Kreck construye una teoría de homología llamada *Homology Stratifold* [5]. En esta teoría las clases se representan mediante aplicaciones continuas de stratifolds orientados y compactos en el espacio que se quiere estudiar.

Haciendo uso de estos dos modelos geométricos introducimos espacios que hemos llamado  $\mathbb{Z}_k$  Stratifolds los cuales permiten crear una teoría de homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}_k$ .

El objetivo de esta charla es presentar los Stratifold, los  $\mathbb{Z}_k$ -Stratifolds y explicar de que manera estos objetos permiten representar clases de homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}$  y  $\mathbb{Z}_k$  respectivamente.

Esta presentación es financiada por El Fondo de Investigaciones de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes en la convocatoria 2017-2. af.torres82@uniandes.edu.co

**Bibliografía:** [1] P. E. Conner y E. E. Floyd, *Differentiable Periodic Maps*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1964. [2] J. W. Morgan y D. P. Sullivan, *The Transversality Characteristic Class and Linking Cycles in Surgery Theory*, Annals of Mathematics, Second Series, Vol. 99, No. 3 (May, 1974), pp. 463–544. [3] R. Thom, *Quelques propriétés globales des variétés différentiables* Comment. Math. Helv. 28, 17–86, 1954. [4] Tu, Loring W, *An Introduction to Manifolds*, 2nd. ed. New York: Springer, 2011. Web. Universitext; Universitext. [5] Kreck, Matthias, *Differential Algebraic Topology: From Stratifolds to Exotic Spheres*, Graduate studies in mathematics, v. 110; 2010, Providence, R.I.: American Mathematical Society.

**Fibraciones en la categoría Map-TOP. (RT)**

Jorge Aguilar Guzmán (jag\_0391@yahoo.com.mx)

Dada una familia Sigma de morfismos en una categoría C se definen los conceptos de Sigma-fibración y objeto Sigma-fibrante. En el caso de TOP y M, la categoría de espacios topológicos metrizable y funciones continuas, obtenemos diferentes tipos de fibraciones y espacios fibrantes dependiendo de los elementos de Sigma. En este trabajo nos enfocamos en el estudio de Sigma-fibraciones en la categoría Map-TOP. En particular presentamos, bajo ciertas condiciones para Sigma, el Teorema de factorización en dicha categoría. Finalmente, proporcionamos una caracterización local de fibraciones regulares utilizando algunos resultados conseguidos en Map-TOP.

**Espacio y grupo modular de Teichmüller. (CDV)**

Jesús Hernández Hernández (jhdezhdez@gmail.com)

En esta plática daré un breve vistazo a los conceptos de espacio de Teichmüller (en varias de sus definiciones) y de grupo modular de Teichmüller. Nos enfocaremos en la acción por isometrías del grupo modular y daremos un breve sketch de prueba de que el grupo de isometrías del espacio de Teichmüller es el grupo modular extendido.

**La Topología Algebraica de los espacios finitos. (CDV)**

Juan Antonio Pérez, Hermes Robles Berumen (japerez@uaz.edu.mx)

La topología de los espacios finitos ha sufrido en años recientes un gran impulso, gracias fundamentalmente a gran cantidad de modelos susceptibles de ser modelados mediante ellos. Al inicio de la segunda mitad del siglo XX McCord descubrió una fructífera asociación de las topologías finitas con posets, y de sus propiedades homotópicas con las correspondientes de poliedros compactos. En el presente trabajo se reseñan en términos elementales interesantes resultados de intrínseco interés matemático debidos a May, McCord, Quillen y Osaki, entre otros. Igualmente, se describe la modelación por topologías finitas de sistemas electorales, redes sociales, estructuras musicales, y las más recientes asociadas con la fisiología del cerebro humano mediante la identificación de cliques y su estudio a través de la homología persistente.

**Geometría de contacto. (CDV)**

Yadira Lizeth Barreto Felipe (yalibafe@gmail.com)

En esta plática se dará una breve introducción a la geometría de contacto. Se presentarán algunos resultados interesantes sobre variedades de contacto en dimensiones altas. Se platicará un poco sobre algunas aplicaciones de la geometría de contacto.

**El Grupo modular de Teichmüller desde un punto de vista geométrico. (RI)**

Israel Morales Jiménez, Ferrán Valdez Lorenzo, Jesús Hernández Hernández (imorales@matmor.unam.mx)

La forma de conocer propiedades de un grupo es por medio de sus acciones en ciertos espacios, ya sean espacios topológicos, espacios métricos, complejos simpliciales, etc. La mitad de esta plática la dedicaré a mostrar cómo se ha usado esta idea para estudiar el Grupo Modular de Teichmüller (mapping class group) de superficies de tipo finito (clases de isotopía de homeomorfismos que preservan la orientación de la superficie). En la segunda parte mi intención es poner al tanto a la comunidad acerca de lo que se conoce y lo que no sobre el Grupo Modular de superficies de tipo infinito (big mapping class group).

**Factorización en primos de variedades de dimensión tres. (CDV)**

Fabiola Manjarrez Gutiérrez (fabiola.manjarrez@im.unam.mx)

Así como los números tienen una factorización única en primos, también las variedades de dimensión tres se pueden descomponer en variedades más sencillas llamadas tres variedades primas. Esta descomposición reduce el problema de clasificar tres variedades al estudio de clasificar las tres variedades primas.

**Superficies multiramificadas. (CI)**

Mario Eudave Muñoz (mario@matem.unam.mx)

Una *superficie multiramificada* o *estratificación* es un espacio topológico  $X$ , el cual es compacto, conexo y Hausdorff, y tiene una filtración  $\emptyset = X_0 \subset X_1 \subset X_2 = X$  por un subespacio cerrado  $X_1$ , el cual es una 1-variedad cerrada (posiblemente desconexa), y cada punto  $x \in X_1$  tiene una vecindad homeomorfa a  $\mathbb{R} \times CL$ , donde  $CL$  es el cono abierto sobre un conjunto finito  $L$  de cardinalidad  $> 2$ , y cada  $x \in X_2 - X_1$  tiene una vecindad homeomorfa a  $\mathbb{R}^2$ . En esta plática daremos un panorama de los resultados recientes obtenidos para superficies multiramificadas por diversos autores. En particular consideramos la siguiente pregunta: ¿Cuándo una superficie multiramificada se puede encajar en la 3-esfera  $S^3$ ? Damos una respuesta afirmativa a esta pregunta para muchos ejemplos de superficies multiramificadas. Este es una investigación realizada en colaboración con Makoto Ozawa.

**Formas normales en trenzas virtuales. (CI)**

Bruno Aarón Cisneros de la Cruz (BrunoC@matem.unam.mx)

En esta plática presentaré un panorama general en la teoría de nudos virtuales y después presentaré formas normales en los grupos de trenzas virtuales. Finalmente veremos como estas formas normales nos pueden ayudar a resolver el problema del generador en los grupos de trenzas virtuales.

**Un algoritmo para levantar curvas inmersas en superficies a encajes. (RI)**

Macarena Covadonga Robles Arenas, Max Neumann Coto (msigma@ciencias.unam.mx)

Se sigue de un Teorema de P. Scott que toda curva cerrada  $\alpha$  inmersa en una superficie  $\Sigma$  se levanta a un encaje en alguna cubierta de  $\Sigma$  de grado finito. Recientemente algunos autores han buscado precisar el grado mínimo necesario para garantizar la existencia de dicha cubierta: acotándolo en términos de la longitud de  $\alpha$  en alguna métrica hiperbólica en  $\Sigma$ . Hablaré sobre resultados obtenidos junto con Max Neumann que acotan el grado mínimo de la cubierta para curvas cerradas y para arcos en términos del número mínimo de autointersecciones, y sobre cotas relacionadas para la longitud mínima de la palabra que representa a una curva cerrada en una presentación geométrica del grupo fundamental de  $\Sigma$ .

**Superficies ramificadas simplemente conexas. (RT)**

Samuel Aguilar Ramirez, Mario Eudave Muñoz (samuel@ciencias.unam.mx)

Motivada en la clasificación de las superficies cerradas a partir de su grupo fundamental, la teoría de las superficies ramificadas (estratificadas) trata de generalizar el concepto de superficie, permitiendo una familia finita de curvas cerradas cuyos puntos no tienen una vecindad homeomorfa a  $\mathbb{R}^2$ . En esta charla se dará una introducción a dichos objetos y como se usa la teoría homológica y homotópica para clasificar a las superficies ramificadas simplemente conexas, es un reporte de tesis basada en el artículo "two-dimensional stratifold" de J. C. Gómez-Larrañaga, F. González-Acuña y Wolfgang Heil.

**Clasificación de superficies hiperbólicas. (RT)**

Dulce María Guerrero Tánori, Genaro Hernández Mada (Dulce.guerrerot@gmail.com)

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

**La característica de Euler y sus encarnaciones. (CDV)**

Luis Jorge Sánchez Saldaña (luisjorge@matmor.unam.mx)

La característica de Euler es un número entero que se le puede asociar a un objeto geométrico con una estructura combinatoria y es probablemente el primer invariante topológico que apareció en la literatura. Dada una gráfica o un poliedro, puede definirse de manera combinatoria de manera muy sencilla con la famosa fórmula  $(\text{Caras}) - (\text{Aristas}) + (\text{Vértices})$ . Por ejemplo, si aplicamos esta fórmula a un balón de fútbol clásico (dividido en pentágonos y hexágonos), el resultado siempre es 2. En esta charla se definirá la característica de Euler, se darán ejemplos y finalmente se dará un panorama acerca de cómo aparece en topología algebraica y en geometría diferencial.

**Superficies cuadrículadas en espacios geométricos. (CI)**

Juan Pablo Díaz González, G. Hinojosa, A. Verjovsky (juanpablo@matcuer.unam.mx)

Esta plática trata sobre superficies polidrales construidas por cuadrados congruentes que forman parte de las caras de teselaciones regulares cúbicas euclidianas e hiperbólicas de dimensiones 3 y 4. Se demuestra que todas las superficies topológicas (incluso no compactas) pueden cuadricularse en estos espacios geométricos. Todas las superficies orientables en los espacios 3-dimensionales y todas las no orientables en los 4-dimensionales. También se demuestra que no todas las superficies se pueden cuadricular en espacios euclidianos.

**Nudos y sus complementos.** (CDV)

*Jair Remigio Juárez* (jair.remigio@gmail.com)

Un nudo PL es una curva  $K$  que es poligonal, simple y cerrada en  $S^3$ . El **complemento** (o **exterior**) de un nudo  $K$  en  $S^3$  es el conjunto  $\overline{S^3 - \eta(K)}$ , donde  $\eta(K)$  es una vecindad regular del nudo. Después de ver algunas definiciones básicas relacionadas a los nudos, en esta plática presentaremos el algoritmo de Wirtinger que se usa para calcular una presentación del grupo fundamental del complemento de un nudo y veremos una propuesta de W. Menasco para representar los complementos de nudos como poliedros, entre otras cosas.

**Nudos universales.** (RT)

*Ana Silvia Baray Esparza* (barayana@hotmail.com)

Un enlace o nudo  $L$  en  $S^3$  es llamado universal si toda 3-variedad cerrada y orientable puede ser representada como una cubierta de  $S^3$  ramificada sobre  $L$ . En 1982 Thurston demostró la existencia de enlaces universales para 3-variedades. Entonces preguntó si los nudos universales existen. En esta plática demostraremos la existencia de nudos universales, para esto construiremos enlaces universales de 4 y 2 componentes, hasta finalmente lograr obtener un nudo universal.

**Espacios de parámetros de cuadriláteros módulo semejanza orientada.** (RT)

*Gilberto González Arroyo* (gil\_chess@hotmail.com)

Bajo cierta asociación, podemos pensar a cada punto de  $C^4$  como un cuadrilátero con sus vértices etiquetados. En  $C^4$  definimos una relación de equivalencia de tal forma que dos cuadriláteros estén relacionados si tienen la misma forma geométrica y si se preserva el orden de los vértices. Realizando el cociente bajo dicha relación, obtenemos un espacio biholomorfo  $CP^2$ , a tal cociente le llamamos el espacio de cuadriláteros módulo semejanza orientada. En dicho cociente, consideramos los subespacios asociados a tipos específicos de cuadriláteros, como lo son: cuadriláteros cíclicos, trapecios, convexos y simples; y calculamos las compactificaciones de estos espacios topológicos, además también diremos cómo son las intersecciones entre ellos. Si el tiempo lo permite mostraremos como el espacio de trapecios nos ayuda a entender la acción de la función que reenumera los vértices, en el espacio de cuadriláteros simples, con esto podemos obtener el espacio de cuadriláteros módulo semejanza.

**Hiperbolicidad en el sentido de Gromov.** (RT)

*José Antonio Manguce Tamayo, Noé Barcenás Torres* (jose.manguce@gmail.com)

Se dará una breve introducción a la Teoría Geométrica de Grupos, más precisamente se abordarán la “delgadez” de un triángulo en un espacio geodésico, la definición de un Grupo Hiperbólico, ejemplos de ellos y, si hay tiempo, se intentará explicar la noción de “Frontera de un grupo hiperbólico”.

## Topología General

Coordinadores: Oyuki Hayde Hermsillo Reyes, Jair Remigio Juárez  
 Lugar: Yelizcalli “003”, Facultad de Ciencias, UNAM

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Rodrigo Hidalgo	Leopoldo Morales	Araceli Guzmán
9:30–10:00			L del Carmen Álvarez	Victor Donjuán	<b>Hugo Cabrera</b>
10:00–10:30	RECESO	Miguel Angel Lara	Cenobio Yescas	<b>Rocío Leonel</b>	Ma. Angeles Guevara
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Enrique Castañeda	Juan Antonio Pérez		
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	TRASLADO	Marco Antonio Ruiz	Daniel R Jardón	Fidel Casarrubias	Alejandra Soria
12:00–12:30	<b>Alejandro Illanes</b>	Lucero Madrid	<b>Salvador García F</b>	Jesús González	Eduardo Reza
12:30–13:00		Roberto Mondragón		Rodrigo J Hernández	Jessica Morales
13:00–13:30	Lazaro Flores	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	Angela Martínez				
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>Hugo Villanueva</b>	Javier Casas	Jonás R Martínez		
17:30–18:00		<b>Miguel A Maldonado</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Fco Ulises Martínez				
18:30–19:00		Luis A. Paredes			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

### Seudoarco. (CI)

Alejandro Illanes Mejía (illanes@matem.unam.mx)

Un continuo es un espacio métrico compacto y conexo. Entre los espacios que se estudian en topología, se podría pensar que los continuos son objetos simples, pues la compacidad, la conexidad y la metrizabilidad los hacen relativamente fáciles de manipular. Sin embargo, entre los continuos hay espacios verdaderamente sorprendentes y misteriosos. El más espectacular, sin duda, es el seudoarco. Tiene un lugar especial entre los continuos porque está en el centro de sus problemas más importantes, y porque hay muchos problemas abiertos sobre él. En esta plática haremos un recorrido por su historia, sus principales propiedades, su lugar en la teoría de los continuos, algunos de sus problemas abiertos y algunos nuevos resultados.

### Continuos determinados por sus niveles de Whitney. (RT)

Lazaro Flores De Jesus, David Herrera Carrasco, Fernando Macías Romero (lazarofdj@hotmail.com)

Un continuo  $X$  es un espacio métrico compacto, conexo y no degenerado. Dado un continuo  $X$  consideramos su hiperespacio de subcontinuos,  $C(X)$  que consiste de todos los subconjuntos de  $X$  que a su vez son continuos. Una función de Whitney es una función continua  $f$  que va de  $C(X)$  al  $[0, \infty)$  que cumple lo siguiente: para cada elemento  $x$  de  $X$ ,  $f(\{x\}) = 0$  y, si  $A$  y  $B$  son elementos de  $C(X)$  con  $A$  subconjunto de  $B$  y  $A$  distinto de  $B$ , entonces  $f(A) < f(B)$ . Un nivel de Whitney positivo es la preimagen de un elemento  $t$  de  $(0, 1)$  bajo  $f$ . Dado un continuo  $X$  definimos el siguiente conjunto  $WL(X) = \{A : A \text{ es un nivel de Whitney positivo para } X\}$ . En el conjunto  $WL(X)$  se han incluido todos los niveles de Whitney positivos para todas las funciones de Whitney que el continuo  $X$  admita. El continuo  $X$  es Whitney equivalente al continuo  $Y$  si se cumple lo siguiente: para todo elemento  $A$  de  $WL(X)$  existe un elemento  $B$  de  $WL(Y)$  tal que  $A$  es homeomorfo a  $B$  y, para todo elemento  $C$  de  $WL(Y)$  existe un elemento  $D$  de  $WL(X)$  tal que  $C$  es homeomorfo a  $D$ . Un continuo  $X$  es Whitney determinado si se cumple lo siguiente: si  $Y$  es un continuo tal que  $X$  es Whitney equivalente a  $Y$ , entonces  $X$  es homeomorfo  $Y$ . En este trabajo se demuestra que las gráficas finitas son continuos Whitney determinados.

**Sobre la función K. (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. Denotamos por  $C(X)$  al hiperespacio de todos los subcontinuos de  $X$ , dotado con la métrica de Hausdorff. Dado  $X$  un espacio métrico compacto definimos la función  $K$  del conjunto potencia de  $X$  en sí mismo como

$$K(A) = \cap \{W \in C(X) : A \text{ está contenido en el interior de } W\}.$$

Decimos que  $X$  es  $K$ -aditivo si para cualesquiera  $A$  y  $B$  subconjuntos cerrados de  $X$ ,  $K(A \cup B) = K(A) \cup K(B)$ . En esta plática abordaremos algunas propiedades de la función  $K$  como por ejemplo cuando  $X$  es  $K$ -aditivo y la conexidad de  $K(A)$  para cualquier  $A$  cerrado en  $X$ .

**Propiedades topológicas relativas en hiperespacios. (CI)**

Jesús Díaz Reyes, Alejandro Ramírez Páramo, Iván Martínez Ruiz (diazjesus11@hotmail.com)

Dado  $Y$  un subespacio de  $X$ , definimos  $\mathcal{F}(Y, X)$  como la familia de todos los conjuntos cerrados en  $X$  que están contenidos en  $Y$ . Es claro que  $\mathcal{F}(Y, X)$  es un subconjunto de  $2^X$ . Esta familia es definida por Arhangel'skiĭ y propone estudiarla con diferentes topologías incluyendo la de Vietoris. En esta charla presentaremos algunos avances, y en particular, mostraremos que  $Y$  es compacto en  $X$  si y sólo si  $\mathcal{F}(Y, X)$  es compacto en  $2^X$  con la topología de Vietoris.

**Sobre hiperespacios anclados en un punto. (CI)**

Hugo Villanueva Méndez (vill\_hugo@hotmail.com)

Un continuo es un espacio métrico, compacto, conexo y no vacío. Dado un continuo  $X$ , consideramos la familia de subconjuntos de  $X$  que son a su vez continuos; a dicha familia se le denota por  $C(X)$  y se llama el hiperespacio de subcontinuos de  $X$ . Para el estudio de estos hiperespacios, muchas veces se consideran los hiperespacios anclados en un punto  $p$  de  $X$ , denotado por  $C(p, X)$  y consiste de los subcontinuos de  $X$  que contienen a  $p$ . En esta plática construiremos, geoméricamente, modelos de hiperespacios  $C(X)$  y  $C(p, X)$ , además, se presentarán resultados interesantes y preguntas abiertas sobre estos espacios.

**Suspensiones únicas de gráficas finitas. (RT)**

Francisco Ulises Martínez Sánchez, Enrique Castañeda Alvarado (witchking579@gmail.com)

Dado un espacio topológico  $X$ ,  $\text{sus}(X)$  denota la suspensión de  $X$ . Decimos que un espacio topológico  $X$  tiene suspensión 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 se expondrán los argumentos para demostrar que, si  $X$  es una gráfica finita, entonces  $X$  tiene suspensión única.

**Propiedades decrecientes de tamaño fuerte. (RI)**

Miguel Ángel Lara Mejía, Fernando Orozco Zitli (nanoji@live.com.mx)

Sea  $X$  un continuo. Una propiedad topológica  $\mathcal{P}$  es llamada una propiedad secuencial decreciente de tamaño fuerte siempre que si  $\mu$  es una función de tamaño fuerte para  $C_n(X)$ ,  $\{t_n\}_{n \in \mathbb{N}}$  es una sucesión en el intervalo  $(t, 1)$  tal que  $\lim t_n = t$  y cada fibra  $\mu^{-1}(t_n)$  tiene la propiedad  $\mathcal{P}$ , entonces  $\mu^{-1}(t)$  tiene la propiedad  $\mathcal{P}$ . En la plática se muestran algunas propiedades secuenciales de tamaño fuerte.

**Haciendo hoyos en conos, suspensiones e hiperespacios de algunos continuos. (CI)**

Enrique Castañeda Alvarado, José G. Anaya Ortega, Alejandro Fuentes Montes de Oca, Fernando Orozco Zitli (eca@uaemex.mx)

Un espacio topológico  $Z$  es unicoherente si  $A \cap B$  es conexo para cualesquiera dos subconjuntos cerrados, conexos de  $Z$  tales que  $Z = A \cup B$ . Sea  $Z$  un espacio unicoherente, decimos que  $z \in Z$  hace un hoyo en  $Z$  si  $Z \setminus \{z\}$  no es unicoherente. En este trabajo determinamos los elementos que hacen hoyo en el cono y en la suspensión de algunos continuos (espacios métricos, compactos y conexos). Aplicamos esto para clasificar los elementos que hacen hoyo en los hiperespacios de tales continuos.

**El hiperespacio de los subcontinuos T-cerrados. (RI)**

Marco Antonio Ruiz Sánchez, Enrique Castañeda Alvarado, Norberto Ordoñez Ramírez, Félix Capulín Pérez (debianacol@gmail.com)

Un continuo es un espacio métrico, compacto, conexo y no vacío. Dado un continuo y un subconjunto  $A$  de  $X$ , decimos que  $A$  es un subconjunto  $T$ -cerrado si  $T(A) = A$ , donde  $T$  denota la función  $T$  de Jones. Este concepto fue estudiado por D. P. Bellamy, L.

Fernández and S. Macías. En esta plática hablaremos sobre el hiperespacio de los subcontinuos T-cerrados de un continuo  $X$  y algunas de sus propiedades tales como la conexidad y densidad.

**Contractibilidad en hiperespacios de continuos.** (CDV)

*Lucero Madrid Mendoza, Félix Capulín Pérez* (lucero@mendoza@gmail.com)

Un continuo es un espacio métrico, compacto, conexo y no degenerado. Un continuo  $X$  es contráctil si para toda función continua  $f$  de  $X$  en  $X$ , se tiene que  $f$  es homotópica a una función constante. En ésta plática se darán propiedades básicas respecto a la contractibilidad de un espacio. Así como también algunas condiciones necesarias y/o suficientes para que cierta clase de continuos sean o no contráctiles. Finalmente se abordará la contractibilidad de los hiperespacios de un continuo.

**Sobre la unicoherencia del espacio  $F_n C_K(X)$ .** (RI)

*Roberto Carlos Mondragón Alvarez, Enrique Castañeda Alvarado* (robertoondragon@hotmail.com)

A un espacio métrico, compacto, conexo y no vacío se le llama *continuo*. Dado  $n \in \mathbb{N}$  y un continuo  $X$ ,  $F_n(X)$  denota el hiperespacio de los subconjuntos no vacíos de  $X$  con a lo más  $n$  puntos. Consideramos a  $F_n(X)$  con la métrica de Hausdorff. Sea  $K$  un subconjunto no vacío de  $X$  con a lo más  $n$  puntos,  $F_n(K, X)$  denota el conjunto de los elementos de  $F_n(X)$  que continen a  $K$ . Consideremos el espacio  $F_n(X)/F_n(K, X)$  con la topología cociente, el cuál denotaremos por  $F_n C_K(X)$ .

Un continuo  $X$  es *unicoherente*, si para cualesquiera par de subcontinuos propios  $A$  y  $B$  de  $X$  tales que  $X = A \cup B$ , se tiene que  $A \cap B$  es conexo. En ésta plática mostraremos que  $F_n C_K(X)$  es unicoherente para cada continuo  $X$ ,  $n \in \mathbb{N} - \{1\}$  y cada  $K$  subconjunto de  $X$  con a lo más  $n - 1$  puntos.

**Una introducción a la función  $T$  de Jones.** (CDV)

*Sergio Macías Álvarez* (sergiom@matem.unam.mx)

Un continuo es un espacio métrico, compacto y conexo. Dados un espacio métrico y compacto  $X$  y un subconjunto  $A$  de  $X$ , definimos  $T(A) = \{x \in X \mid \text{para todo subcontinuo } W \text{ de } X, \text{ tal que } x \in \text{Int } X(W), \text{ se tiene que } W \cap A = \emptyset\}$ . Platicaremos un poco de la historia de esta función y presentaremos algunas de las aplicaciones que ha tenido.

**Principios de selección estrella sobre el Plano de Moore y juegos relacionados.** (CI)

*Javier Casas de la Rosa, Sergio A. Garcia Balan, Paul J. Szeptycki* (olimpico.25@hotmail.com)

Versiones estrella de algunos principios clásicos de selección son llamados principios de selección estrella. Particularmente, las versiones estrella de las propiedades Menger y Hurewicz, llamadas (fuertemente) estrella-Menger y (fuertemente) estrella-Hurewicz, fueron introducidas y estudiadas primero por Kocinac et. al. En esta plática trataremos con algunos juegos que están naturalmente asociados a estas propiedades y daremos una caracterización de la propiedad fuertemente estrella-Menger en términos de juegos sobre el plano de Moore.

**Productos simétricos y espacios de configuración.** (CDV)

*Miguel Angel Maldonado Aguilar* (mmaldonado@matematicas.reduaz.mx)

En esta charla hablaremos sobre dos construcciones asociadas a un espacio topológico: el producto simétrico  $SP^k(X)$  y el espacio de configuraciones  $F_k(X)$ . Daremos la definición de ambos objetos, mostraremos sus propiedades elementales y proporcionaremos diversos ejemplos. De igual manera, mencionaremos de qué manera estos espacios se relacionan con grupos de trenzas, polinomios, gráficas, "mapping class groups", cinemática sin colisiones, espacios de funciones, entre otros objetos.

**$R^i$ -conjuntos en productos simétricos.** (CI)

*Luis Antonio Paredes Rivas* (luis.paredes@ciencias.unam.mx)

Un continuo es un espacio métrico, compacto, conexo y no vacío. Dado un espacio topológico  $X$ , a las familias de subconjuntos de  $X$  con alguna característica especial se les llama hiperespacios de  $X$ . Para cada  $n \in \mathbb{N}$ , se define el  $n$ -ésimo producto simétrico de  $X$  como el conjunto  $F_n(X) = \{A \subset X : 1 \leq |A| \leq n\}$ .

En las últimas décadas se han buscado condiciones necesarias y suficientes para que un continuo  $X$  o sus hiperespacios sean contráctiles. En esta plática presentaremos una propiedad que impide a algunos espacios y a sus hiperespacios ser contráctiles; este obstáculo es que el espacio en cuestión tenga subconjuntos especiales llamados  $R^i$ -conjuntos. Además, veremos algunas de las relaciones que existen entre las condiciones de que un continuo  $X$  tenga  $R^i$ -conjuntos y que sus productos simétricos tengan esta clase de subconjuntos.

**Propiedades topológicas de espacios topológicos lineales libres. (RT)***Rodrigo Hidalgo Linares, Oleg Okunev (hlinaresrodrigo@gmail.com)*

Dado un espacio topológico  $X$  podemos considerar el conjunto  $L(X)$  de todas las combinaciones lineales finitas de elementos de  $X$ , el conjunto  $L(X)$  junto con la topología localmente convexa más fina de modo que la inyección  $i: X \rightarrow L(X)$  sea continua, se denomina el espacio localmente convexo libre sobre  $X$ . En esta plática se pretende dar a conocer la estructura de la topología de  $L(X)$ , así como de su completación  $\hat{L}(X)$ , además de datos relacionados con el espacio localmente convexo débil  $L_p(X)$ .

**Algunos conceptos de compacidad en espacios bitopológicos. (CI)***Luz del Carmen Álvarez Marín, José Margarito Hernández Morales (lcamarin@yahoo.com.mx)*

El primero en hablar de espacios bitopológicos fue Kelly en su artículo "Bitopological spaces" (1963). Un espacio bitopológico es simplemente un conjunto en el cual están definidas dos topologías, generalmente distintas, y es denotado por la terna  $(X, T_1, T_2)$ : Las definiciones que se dan en este tipo de espacios y que involucran a ambas topologías, llevan el añadido de "por pares", como por ejemplo, compacidad por pares, axiomas de separación por pares, conexidad por pares, por mencionar algunos. Existen varios conceptos de compacidad por pares dados por distintos autores, como Birsan en su trabajo "Compacite dans les espaces bitopologiques" (1969), Fletcher en "The comparison of topologies" (1969), Swart en "Total disconnectedness in bitopological spaces and product bitopological spaces" (1971), Saegrove y Mukharjee, por mencionar algunos. Los conceptos de Birsan y Fletcher son independientes, sin embargo, el concepto dado por Mukharjee en su artículo "Some new bitopological notions" en 2013, es mas fuerte que los dos anteriores. En este trabajo se presentan algunos de estos conceptos y se dan algunos resultados.

**Espacios de Valdivia. (CDV)***Cenobio Yescas Aparicio (novo1126@hotmail.com)*

Los espacios de Valdivia fueron apareciendo con el estudio de los conjuntos compactos en espacios de Banach con la topología débil. Estos espacios se han trabajado de manera importante en Topología General y Análisis Funcional. En esta charla expondremos los aspectos topológicos mas importantes con estos espacios, ejemplos y formas de construir este tipo de espacios. También, hablaremos de la propiedad de Valdivia, sus clases de espacios de Banach asociadas y de algunos resultados concernientes a la estabilidad de esta propiedad bajo operaciones topológicas.

**Convergencia en espacios topológicos blandos. (RI)***Juan Antonio Pérez, Gloria Teresa González de Ávila (japerez@uaz.edu.mx)*

Recientemente se ha manifestado un gran interés por los llamados espacios topológicos blandos (soft topological spaces), gracias a que la noción se ajusta al estudio de algunos problemas en algunas áreas de la ingeniería y la computación. En el presente trabajo se discuten los ejemplos de Shabir y Naz (2011), mediante las representaciones de Lin y Yao (1998). Se propone también una construcción categórica de las nociones conjunto blando y espacio topológico blando, así como la formulación de una teoría blanda de convergencia.

**Espacios de funciones continuas sobre los reales difusos. (CI)***Daniel Roberto Jardón Arcos, Manuel Sanchis (daniel.jardon@uacm.edu.mx)*

En este trabajo estudiamos el espacio de las funciones continuas, de un espacio topológico en los reales difusos, con la topología de la convergencia puntual.

**El semigrupo de Ellis de un sistema dinámico discreto. (CDV)***Salvador García Ferreira (sgarcia@matmor.unam.mx)*

Solo consideraremos aquellos sistemas dinámicos discretos  $(X, f)$  en donde  $X$  es un espacio métrico compacto. El semigrupo de Ellis del sistema dinámico  $(X, f)$ , denotado por  $E(X, f)$ , es la cerradura del conjunto de iteradas  $\{f^n : n \in \mathbb{N}\}$  dentro del espacio producto  $X^X$ . Así,  $E(X, f)$  es un espacio compacto y un semigrupo con la composición de funciones como operación. El semigrupo de Ellis fue introducido por Robert Ellis en 1960. En el transcurso de los años se han descubierto conexiones entre tres temas aparentemente sin relación: La Teoría del Semigrupo de Ellis, La Teoría del Comportamiento Caótico y la Teoría de Representación de Sistemas Dinámicos en Espacios de Banach. En esta charla mostraremos una técnica que nos permite conocer algunas propiedades algebraicas y topológicas de dicho semigrupo. Esta misma técnica nos permite definir el semigrupo de Ellis de un sistema dinámico no autónomo.



**El conjunto derivado.** (CDV)

Leopoldo Morales López (leopoldo.morales@gmail.com)

El célebre matemático Georg Cantor definió el conjunto derivado de un conjunto (en los reales) como el conjunto de sus puntos límites. Obsérvese que podemos calcular de manera iterada el derivado de un conjunto  $A$ . Después de definir la operación "Derivado", Cantor dice: "No es difícil construir un subconjunto de reales que al calcular su derivado de orden infinito, obtengamos un punto, elegido de antemano, aún más, podríamos obtener dicho punto al calcular el derivado de orden polinómico (con variable infinita) de otro conjunto". En esta charla discutiremos brevemente el concepto de derivado y construiremos conjuntos para cada polinomio. Es bienvenido todo aquel que sepa calcular el límite de la sucesión  $1/n$ .

**Espacios normados asimétricos.** (CDV)

Victor Donjuán Arroyo (vdonjuan91@hotmail.com)

Una norma asimétrica en un espacio vectorial es una función no negativa que satisface la desigualdad triangular, es positivamente homogénea y tal que un vector  $x$  es nulo si y sólo si tanto  $x$  como  $-x$  tienen norma asimétrica nula. Es claro que la diferencia esencial entre una norma y una norma asimétrica es que un vector no necesariamente tiene la misma norma (asimétrica) que su inverso aditivo, y además pueden existir vectores no nulos de norma asimétrica nula. Los espacios normados asimétricos suelen ser muy patológicos: en general son  $T_0$  pero pueden no ser  $T_1$ , la suma es continua pero la inversión puede no serlo (es decir, son grupos paratopológicos), su dimensión topológica no coincide con su dimensión algebraica (contrario a espacios normados), entre otras cosas. Hablaremos sobre algunas de las propiedades que tienen estos espacios (en algunos casos comparándolas con las de su "versión simétrica"), y contaremos algunos teoremas y aplicaciones interesantes.

**Domesticando subconjuntos cerrados de la malla de Cantor.** (CI)

Rocío Leonel Gómez, C. Islas, E. Tymchatyn (rocioleonel@gmail.com)

Consideremos la malla de Cantor como el producto topológico de el conjunto de Cantor con el intervalo  $[0, 1]$ . En esta plática mostraremos que cualquier subconjunto cerrado de la malla de Cantor en el plano es domesticable, es decir para cada encaje del subconjunto cerrado al plano existe un homeomorfismo el cual hace paralelas a todas las arco-componentes de este subconjunto.

**La propiedad de ser compacto de Eberlein es  $t_2$ -invariante en la clase de espacios compactos.** (CI)

Fidel Casarrubias Segura, Salvador García Ferreira y Reynaldo Rojas Hernández (fcasarrubiass@ciencias.unam.mx)

Si  $X$  es un espacio completamente regular y Hausdorff, entonces  $C_p(X)$  es el conjunto  $C(X)$  de todas las funciones reales continuas dotado de la topología de la convergencia puntual. Un espacio compacto  $X$  es un compacto de Eberlein si existe un espacio compacto  $K$  tal que  $X$  es homeomorfo a un subespacio de  $C_p(K)$ . En su artículo "Lindelöf  $\Sigma$ -spaces: an omnipresent class" (RACSAM 104 (2), 2010, 221–244), Vladimir Tkachuk preguntó en su problema 14 que si las condiciones:  $X$  compacto de Eberlein,  $Y$  compacto y  $C_p(C_p(X))$  es homeomorfo a  $C_p(C_p(Y))$  implican que  $Y$  es un compacto de Eberlein. En esta plática expondremos los resultados necesarios para dar respuesta positiva al anterior problema de Tkachuk.

**Un operador clausura en Top.** (CDV)

Jesús González Sandoval, Juan Angoa Amador (JGS2501@outlook.com)

Sea  $\chi$  una categoría y  $\mathcal{M}$  una clase de monomorfismos de  $\chi$ , se define  $\mathcal{M}|_X$  como la familia de elementos en  $\mathcal{M}$  con codominio  $X$  y para dos elementos  $m, n \in \mathcal{M}|_X$  decimos que  $n \leq m$  si existe un morfismo  $j$  que hace conmutativo el diagrama

$$\begin{array}{ccc} M & \xrightarrow{j} & N \\ & \searrow m & \swarrow n \\ & & X \end{array}$$

Un operador clausura  $C = (C_X)_{X \in \text{Ob}(\chi)}$  es una familia de mapeos  $C_X : \mathcal{M}|_X \rightarrow \mathcal{M}|_X$  tal que:

- (1) (Extensión)  $m \leq c_X(m)$ , para todo  $m \in \mathcal{M}|_X$ ;
- (2) (Monotonía) Si  $m \leq m'$  en  $\mathcal{M}|_X$ , entonces  $c_X(m) \leq c_X(m')$ ;
- (3) (Continuidad)  $f(c_X(m)) \leq c_Y(f(m))$  para todo  $f : X \rightarrow Y$  morfismo de  $\chi$  y para todo  $m \in \mathcal{M}|_X$ .

Para la categoría Top consideramos  $\mathcal{M}$  la clase de funciones continuas y sobreyectivas. Explicaremos como definir el operador clausura *Kuratowski* en la categoría Top, mediante la clausura topológica. Así mismo presentaremos las categorías PrTop y FC, las categorías de espacios pretopológicos y de espacios de convergencia de filtros, que contienen como subcategoría a Top, con los operadores clausura Cech y Katetov que son extensiones del operador *Kuratowski* en las respectivas categorías.

### Una generalización del concepto de espacio homogéneo. (CI)

Rodrigo Jesús Hernández Gutiérrez (rodrigo.hdz@gmail.com)

Un espacio topológico  $X$  es homogéneo si para cualesquiera dos puntos  $p, q \in X$ , existe un homeomorfismo  $h: X \rightarrow X$  tal que  $h(p) = q$ . Muchos de los espacios clásicos, como los espacios Euclidianos  $\mathbb{R}^n$ , son homogéneos. En esta plática nos enfocaremos en espacios con una propiedad más fuerte de homogeneidad para espacios separables, llamada "countable dense homogeneous", abreviada CDH. A diferencia de los espacios homogéneos, los espacios CDH son escasos. En particular, uno se puede preguntar por la existencia de espacios CDH que no sean definibles en el sentido de la teoría descriptiva de conjuntos. Sucede que esta pregunta no es trivial y apenas en 2013 se pudieron encontrar los primeros ejemplos de espacios CDH no Polacos, sin utilizar axiomas adicionales de la teoría de conjuntos.

### La compactación de Ceč-Stone de $\mathbb{R}$ . (RT)

José Adrián Gallardo Quiroz, Roberto Pichardo Mendoza (unknown\_pleasures@ciencias.unam.mx)

En el álgebra booleana  $(\mathcal{P}(\omega), \cup, \cap)$  se define el filtro de Fréchet como

$$u = \{A \subseteq \omega : \omega \setminus A \text{ es finito}\}.$$

Dado  $(X, \tau_X)$  un espacio topológico, decimos que una sucesión  $\{x_n\}_{n \in \omega}$  converge a  $x$  si y sólo si para todo  $U \in \tau_X$  que contenga a  $x$  existe  $N \in \omega$  de tal forma que  $\{x_n : n \geq N\} \subseteq U$ . Podemos reformular la definición de convergencia en términos del filtro de Fréchet de la siguiente manera: la sucesión  $\{x_n\}_{n \in \omega}$  converge a  $x$  si y sólo si para todo  $U \in \tau_X$  que contenga a  $x$  el conjunto  $\{n \in \omega : x_n \notin U\}$  es finito, es decir, si el conjunto  $\{n \in \omega : x_n \in U\} \in u$ . Esto nos lleva a pensar, si la convergencia de una sucesión se puede definir en términos del filtro de Fréchet, ¿podemos utilizar otro filtro en  $\omega$  para definir la convergencia de una sucesión? Si  $u$  es un filtro en  $\omega$ , decimos que  $x_u$  es el  $u$ -límite de la sucesión  $\{x_n\}_{n < \omega}$  si y sólo si para cada  $V \in \tau_X$  que contenga a  $x_u$ , se cumple que el conjunto  $\{n \in \omega : x_n \in V\} \in u$  y lo denotaremos mediante

$$\lim_{n \rightarrow u} x_n = x_u.$$

En esta plática esbozaremos la demostración de que, en espacios compactos, siempre existe el  $u$ -límite de una sucesión y además, es único. Los  $u$ -límites tienen múltiples aplicaciones en el estudio de los subcontinuos de la compactación de Ceč-Stone de los números reales y el objetivo de esta presentación es exponer algunas de éstas.

### Puntos sombrero y matrices de conjuntos. (RT)

Jonás Raffael Martínez Sánchez, Roberto Pichardo Mendoza (jonas-q@hotmail.com)

Un espacio topológico es homogéneo si para cualquier par de puntos en él existe un homeomorfismo que envía uno en el otro. La pregunta a si la homogeneidad de un espacio implica la homogeneidad del residuo en su compactación de Stone-Čech fue respondida por Walter Rudin en 1956 de manera negativa cuando se asume la Hipótesis del Continuo. En concreto, Rudin probó bajo CH la existencia de  $P$ -puntos en  $\omega^*$ . La dualidad entre el espacio  $\omega^*$  y el álgebra booleana  $\mathcal{P}(\omega) / < \omega$  convierte a los ultrafiltros uniformes en  $\omega$  en puntos de  $\omega^*$  y transforma sus propiedades combinatorias en propiedades topológicas para ellos. En esta plática veremos como la noción de punto sombrero de Kunen y Baker generaliza una gran variedad de ultrafiltros, tales como los  $P$ -puntos, los ultrafiltros Good de Keisler, los ultrafiltros mediocre y ultrafiltros OK, y los presenta como puntos de  $\omega^*$  con propiedades únicas. Dichas propiedades son determinadas por la matriz de conjuntos que construye al punto sombrero.

### ¿Cirugía de nudos? (CDV)

Araceli Guzmán Tristán (guzman@matem.unam.mx)

Se responderán las siguientes preguntas sobre la Cirugía de nudos en  $\mathbb{S}^3$ : - ¿Qué es? - ¿Cómo surgió? - ¿Para qué sirve?

### Clasificando nudos usando polinomios. (CDV)

Hugo Cabrera Ibarra (cabrera.ipicyt@gmail.com)

El uso de invariantes polinomiales para clasificar familias de nudos comienza en 1928 [1] cuando James Waddell Alexander introdujo el polinomio de Alexander. En 1970 [2] John H. Conway introdujo el polinomio de Conway, que es una versión normalizada del polinomio de Alexander aunque más sencillo de calcular. Así que por más de cinco décadas el polinomio de Alexander fue el único invariante polinomial hasta que, en 1985 [3], Vaughan Frederick Randal Jones introdujo el ahora conocido como polinomio de Jones.

Posteriormente, nuevos polinomios han sido descubiertos, entre ellos están los polinomios de Kauffman, Homflypt y otros que han visto la luz. Aunque, desafortunadamente, estos invariantes no clasifican a los nudos de manera completa pues existen distintos nudos con el mismo polinomio. En esta plática se mostrarán algunas definiciones básicas así como clasificaciones de familias de nudos y ovillos obtenidas empleando para ello polinomios.

**Referencias:** [1] Alexander, J. W., *Topological Invariants of knots and links*. Trans. Amer. Math. Soc., Vol 30, Issue 2, 1928, pp. 275–306 [2] Conway J. H., *An enumeration of knots and links*. Computational Problems in Abstract Algebra, Pergamon, New York, 1970, pp. 329–358. [3] Jones, V. F. R., *A polynomial invariant for knots via von Neumann algebras*. Bull. Amer. Math. Soc. 12, 1985, pp. 103-111.

#### Familias de nudos no alternantes. (RT)

María de los Angeles Guevara Hernández (guevarahernandez.angeles@gmail.com)

Los nudos, dependiendo si poseen o no poseen un diagrama alternante, pueden clasificarse en alternantes y no alternantes. Sin embargo, Greene y Howie en 2015 probaron que la alternancia de un nudo es una propiedad topológica del exterior del nudo y no sólo una propiedad del diagrama. Existen invariantes que miden que tan lejos está un nudo de ser alternante. En particular, el número de alternancia de un nudo se define cómo el número mínimo de cambios de cruce, sobre todos los diagramas del nudo, para obtener un diagrama de un nudo alternante. De manera similar, el número de dealternancia es el número mínimo de cambios de cruce, sobre todos los diagramas del nudo, para obtener un diagrama alternante. Así, la diferencia entre estos invariantes radica en que para el número de alternancia el diagrama obtenido después de aplicar los cambios de cruce no es necesariamente alternante, mientras que para el número de dealternancia si lo es. En esta plática, mostraremos familias infinitas de nudos no alternantes donde la diferencia entre los números de alternancia y de dealternancia puede ser arbitrariamente grande, es decir, tienen número de alternancia igual a uno y de dealternancia igual a  $n$ .

#### Triangulación de espacios orbitales. (CDV)

Alejandra Soria Pérez (ale\_godel@hotmail.com)

Sea  $G$  un grupo topológico y  $X$  un espacio topológico. Supongamos que tenemos una acción simplicial  $\theta$  de  $G$  en  $X$ , esto es, supongamos que existe una triangulación  $h: |K| \rightarrow X$  tal que  $h^{-1}\theta_g h: |K| \rightarrow |K|$  es un homeomorfismo simplicial para cada elemento  $g \in G$ , donde  $K$  es un complejo simplicial y  $|K|$  es el poliedro correspondiente. Este homeomorfismo define una acción de  $G$  en  $|K|$ ; ignorando  $X$  y trabajando con esta acción inducida en  $|K|$ , se realiza la triangulación el espacio orbital  $|K|/G$ . Enseguida observamos las condiciones bajo las cuales obtenemos una triangulación del espacio orbital  $X/G$ , mostrando algunos ejemplos como casos particulares.

#### El grupo de rotaciones en $\mathbb{R}^3$ y sus propiedades topológicas. (RT)

Eduardo Reza Gurrola (eduardoreza@hotmail.com)

Un grupo topológico tiene propiedades interesantes debido a la riqueza de las dos estructuras que posee, la algebraica y la topológica. Un claro ejemplo es la homogeneidad que hace “verse igual” a un grupo topológico en cualquier punto del mismo. Dentro de estos objetos se encuentran los grupos de matrices que además poseen propiedades geométricas bastantes notables. En particular el grupo de las matrices de orden 3 con entradas reales y determinante 1, denotado como  $SO(3)$ , corresponde a las rotaciones que se tiene en  $\mathbb{R}^3$ . En esta plática describiremos la geometría de dicho grupo a través de los llamados ángulos de Tait-Byran así como ciertas propiedades topológicas que tiene como el ser homeomorfo al 3-espacio proyectivo real  $RP^3$ .

#### Teorema generalizado de Schönflies. (RT)

Jessica Morales Herrera (jessicamoralesh91@gmail.com)

El teorema generalizado de Schönflies es una generalización del teorema de la curva de Jordan; este nos dice de que manera encajar una  $(n - 1)$  esfera en un  $n$ -esfera, esto es el encaje deberá cumplir la condición de ser localmente plano. Así mismo se expondrá un famoso contra ejemplo hallado por el matemático James Alexander llamado “La Esfera Cornuda de Alexander” el cual, como se mencionó previamente, es un contra ejemplo a una demostración que él elaboró.

#### Algunas aplicaciones de la topología a otras ramas del conocimiento. (RT)

Ángel Tamariz Mascarúa (atamariz@unam.mx)

En esta plática trataré de mostrar algunas aplicaciones relativamente recientes de la Topología a ramas del conocimiento tales como la geografía, la previsión de catástrofes naturales y la investigación de materiales. Así como en la psicología y la filosofía.



# Sesiones Especiales

Alberto Barajas el hacedor de sueños. . .

Coordinadores: Aarón Aparicio Hernández, Déborah Oliveros Braniff

Mesa Redonda: Auditorio Carlos Graef, Facultad de Ciencias, UNAM.

Salón 103 - nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM. (Resto de la Sesión)

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Gil Salgado		
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO		Leopoldo Morales		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO		Efrén Morales		
12:00–12:30	<b>MESA REDONDA</b>				
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					
17:30–18:00	Gabriela Araujo		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30		Alejandro Illanes			
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

**MESA REDONDA: Vida y obra de Don Alberto Barajas Celis.** (CDV)

Carlos Bosch, Mario Delgadillo Torres, Manuel Jesús Falconi Magaña, Sergio Macías Álvarez, Carlos Prieto De Castro, José Ruiz de Esparza Gracida (bosch@itam.mx, mdelgadillot@gmail.com, mjfalconi@gmail.com, sergiom@matem.unam.mx, cprieto@matem.unam.mx, jose\_ru@att.net.mx)

Una de las piedras angulares cuya participación fue fundamental en la creación de la Ciudad Universitaria, de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Matemáticas fue el Dr. Alberto Barajas Celis. En esta mesa redonda se abordarán algunos aspectos de la vida y obra de don Alberto. Cabe mencionar que el Dr. Barajas impartió por casi 70 años varios cursos de matemáticas en la Facultad de Ciencias, se dice fácil pero muy pocos tienen una carrera tan larga, brillante y lúcida hasta el final. Barajas fue un profesor fuera de serie, tenía una extraordinaria habilidad como expositor y orador, que desplegaba clase por clase, era muy cuidadoso en sus exposiciones, trazaba círculos perfectos, manejaba los tiempos y las pausas a la perfección y acompañaba sus clases con anécdotas históricas que contaba como si hubiera sido amigo de todos los grandes creadores de las matemáticas.

**Fons et Origo.** (CDV)

Rodrigo A. Pérez (rperez@math.iupui.edu)

Trazaremos un sendero cultural y nostálgico que conecta al griego Arquitas con ciertos teoremas del siglo 21 que habrían fascinado a don Alberto.

**¿Del sueño a la realidad?: Gráficas y Geometría.** (CDV)*Martha Gabriela Araujo Pardo* (gabyaraujop@gmail.com)

En esta plática haré un breve resumen del trabajo que realizo actualmente en matemáticas, concretamente hablaré de como dos áreas de las Matemáticas Discretas: Geometrias Finitas y Gráficas se relacionan entre si. Intentaré además transmitir como creo que influyeron en nosotros como generación las enseñanzas y consejos de Alberto Barajas y como creo que, en general, dejan huella y marca los maestros que pasan por nuestro camino y como intenta uno hacer al menos “un poquito” lo mismo con sus alumnos. Enseñar y aprender: un sueño compartido.

**Contra ejemplos de continuos.** (CDV)*Alejandro Illanes Mejía* (illanes@matem.unam.mx)

Un continuo es un espacio métrico compacto y conexo. Desde el punto de vista de la topología general podría parecer que los continuos son un poco simples. Sin embargo a lo largo de la historia de la topología, los continuos no sólo juegan un papel muy importante sino que ofrecen contraejemplos muy interesantes. En esta plática hablaremos de algunos de estos continuos especiales.

**Un paseo por las álgebras de Lie, su impacto en geometría y física.** (CDV)*Gil Salgado González* (gil.salgado@gmail.com)

Describiremos en esta plática de manera axiomática a las álgebras de Lie y algunas de sus propiedades básicas. En la segunda parte mostraremos como surgen a partir de problemas bien concretos y como han permitido el avance de la geometría diferencial y de la física.

**La conjetura de Collatz.** (CDV)*Leopoldo Morales López* (leopoldo.morales@gmail.com)

Consideremos la siguiente función en los enteros positivos:

$$f(n) = \begin{cases} \frac{n}{2} & \text{si } n \text{ es par} \\ 3n + 1 & \text{si } n \text{ es impar} \end{cases} \quad (9)$$

La conjetura de Collatz, establece que la órbita de cualquier número natural, al iterar la función (9), siempre tendrá al número 1; en consecuencia, también contendrá el ciclo 4; 2; 1. En esta charla se explicará un poco la historia de dicha conjetura y se abordarán algunos intentos para resolverla.

**El profesor Dr. Alberto Barajas Celis: un prisma que proyecta mil colores.** (CDV)*Efrén Morales Amaya* (emoralesamaya@gmail.com)

¿De qué manera se descubre una verdad matemática, o un teorema desconocido, a corta edad? ¿Cómo es posible que un joven universitario descubra algo nuevo o que resuelva un problema matemático? En general, que este hecho ocurra es muy difícil o muy poco común, sin embargo, cuando esto pasa, en gran medida se debe a la inspiración de los grandes maestros. En esta charla platicaremos de la influencia que tuvo en el inicio de mi trabajo creativo mi querido profesor el Dr. Alberto Barajas Celis, de sus enseñanzas y su perspectiva sobre conceptos centrales en matemáticas, como lo son: orden, armonía, belleza y simetría. Platicaremos también de algunos resultados geométricos que están basados en nociones elementales como conjunto convexo, círculo, esfera, o algún otro conjunto con alguna simetría.

# Álgebra conmutativa con aplicaciones a la estadística y teoría de códigos

Coordinadores: Hernán de Alba Casilla, Martha Bernal Guillén  
Salón 102-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>		Eliseo Sarmiento	Luis Nuñez
9:30–10:00				Yuriko Pitones	Brenda L de La Rosa
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>			<b>RECESO</b>	
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO			A Martin del Campo	Felipe de J Zaldivar
12:00–12:30					
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				Enrique Reyes	
17:00–17:30			<b>TARDE LIBRE</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

## Una introducción a la teoría de códigos polinomiales. (CDV)

Eliseo Sarmiento Rosales, Eduardo Camps, German Vera (esarmiento@ipn.mx)

Esta plática tiene como objetivo ser una introducción a la Teoría de Códigos Algebraicos. Se expondrán las definiciones básicas de Códigos Lineales y después se abordarán ejemplos específicos como los códigos polinomiales, cíclicos y de Hamming. En cada uno de estos casos, se presentará su construcción, propiedades y características básicas de codificación y decodificación.

## Teoría de códigos y álgebra conmutativa. (CI)

Yuriko Pitones Amaro (ypitones@math.cinvestav.mx)

En esta plática daremos una introducción a los conceptos básicos de teoría de códigos y de algunas nociones de álgebra conmutativa, mostraremos resultados que relacionan estas dos áreas, en particular estamos interesados en los códigos lineales y la relación con su ideal anulador, del cual, usando métodos algebraicos podemos obtener los parámetros básicos del código.

## Estadística Algebraica. (CDV)

Abraham Martin del Campo Sanchez (abraham.mc@cimat.mx)

La estadística algebraica tiene la premisa de entender los modelos estadísticos a través de polinomios. Esto se debe a que muchos de estos modelos están parametrizados y dichas parametrizaciones son polinomios, mientras que algunos otros son descritos implícitamente por igualdades y desigualdades de polinomios. En esta charla exploraremos estas conexiones para algunos modelos.

## Ideales tóricos asociados a diversas estructuras combinatorias. (CI)

Enrique Reyes Espinoza (ereyes@math.cinvestav.mx)

Los ideales tóricos son ideales primos binomiales, cuyo estudio ha permitido la interrelación entre áreas como: el álgebra conmutativa, la combinatoria y la geometría algebraica. Dado un objeto combinatorio (gráfica, digráficas, matroide, hipergráfica simple) le podemos

asociar un ideal tórico por medio de su matriz de incidencia. En esta plática hablaremos de algunas propiedades y resultados que se han podido obtener sobre estos ideales, desde un punto de vista tanto teórico como algorítmico.

**Variedades tóricas como sumandos directos. (CI)**

*Luis Nuñez Betancourt, Alessandro De Stefani (luisnub@cimat.mx)*

En esta charla discutiremos importantes propiedades algebraicas que tienen los anillos asociados a variedades tóricas obtenidas mediante una retracción. En particular, demostraremos un teorema clásico de Sturmfels usando el morfismo de Frobenius y discutiremos algunas nuevas consecuencias.

**Códigos algebraico geométricos con buenos parámetros. (CI)**

*Brenda Leticia de La Rosa Navarro (brenda.delarosa@uabc.edu.mx)*

Hoy en día existe un gran interés en la construcción de códigos con la propiedad de detectar y corregir la mayor cantidad posible de errores ocurridos en la transmisión de información. En esta plática construiremos un código algebraico geométrico a partir de una superficie de Hirzebruch, el cual mejora los parámetros de algunos códigos existentes.

**Códigos en secciones lineales de Grassmannianas (CI)**

*Felipe de Jesús Zaldivar Cruz (fzaldivar55@gmail.com)*

En esta plática se considerarán códigos lineales álgebra-geométricos definidos por secciones lineales de la variedad de Grassmann. Como consecuencia se mostrará que los códigos de Schubert y los códigos asociados a Grassmannianas isotrópicas son ejemplos de esta construcción.

---



## Álgebras Topológicas

Coordinador: María de Lourdes Palacios Fabila

Salón 104-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Carlos Signoret (Mini-curso)		
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Carlos Signoret (Mini-curso)	Lourdes Palacios		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30	<b>RECESO</b>				
11:30–12:00	TRASLADO	Hugo Arizmendi	Yuliana de Jesús Zárate		
12:00–12:30		Pavel Ramos	José Saúl Campos		
12:30–13:00		Antoni Wawrzynczyk	Gabriel Kantún		
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		Héctor Merino			
17:30–18:00		Aura Carina Márquez			
18:00–18:30		Luis Roberto Hernández			
18:30–19:00		José Ricardo Núñez			
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### Introducción a las Álgebras de Banach (Mini-curso). (CI)

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

Este mini-curso está dirigido a los estudiantes que desean empezar el estudio de la Teoría de las Álgebras Topológicas en general. Sin embargo, la Teoría de las Álgebras de Banach constituye de por sí un área de fundamental importancia en el Análisis Funcional y es de gran interés para la Física Matemática. Aunque trataremos de hacer el curso más o menos auto-contenido, supondremos que el asistente tiene ya cierta experiencia en espacios vectoriales topológicos, en álgebra y en topología básicas. Temas: 1. Conceptos Básicos. Definiciones básicas, ejemplos de álgebras de Banach. 2. Cálculo Espectral. El espectro, la resolvente, el radio espectral. El Teorema Espectral. El Teorema de Gelfand-Mazur. El conjunto de elementos invertibles. 3. Álgebras de Banach conmutativas. Ideales, homomorfismos, álgebra cociente. El espacio de Ideales Máximos. La transformada de Gelfand. El Radical de Jacobson. Álgebras de Banach semisimples. 4. Tópicos selectos. Álgebras de Banach involutivas. El Teorema de Gelfand-Naimark.  $C^*$ -álgebras. Operadores acotados en un espacio de Hilbert.

**Bibliografía:** [1] Bonsall, F. F; Duncan, J. 'Complete Normed Algebras'. *Springer-Verlag*, USA, 1973. [2] Palmer, T. 'Banach Algebras and the general Theory of  $*$ -Algebras'. Vol I. Enciclopedia of Mathematics and its Applications. *Cambridge Univ. Press*. 1994. [3] Rudin, W. 'Functional Analysis'. *McGraw-Hill Book Co.* USA 1973. [4] Żelazko, W. 'Banach Algebras'. *Elsevier Pub. Co.* Amsterdam-New York. 1973.

### Sobre los espectros de Allan y el extendido de Żelazko. (CI)

Hugo Arizmendi Peimbert, Ángel Carrillo y Pável Martínez (hpeimbert@gmail.com)

Se definen los espectros de Allan y el extendido de Żelazko en álgebra topológicas, se ve la relación entre ellos y se proporcionan varios ejemplos de ambos espectros en varias álgebras topológicas. Finalmente se plantean algunos problemas abiertos.

### Espacios de funciones continuas y acotadas $C_b(X, A)$ y el problema de calcular su espacio $M(C_b(X, A))$ . (CI)

Pavel Ramos Martínez, Hugo Arizmendi Peimbert, Ángel Carrillo Hoyo (pavelrm@yahoo.com.mx)

Dada  $A$  un álgebra topológica localmente convexa, un objeto de estudio importante es su espacio de funcionales lineales no cero multiplicativos y continuos denotado por  $M(A)$ . Para varias álgebras topológicas localmente convexas se ha logrado identificar este

espacio  $M(A)$ , sin embargo cuando se considera el caso general del espacio  $Cb(X, A)$  de funciones continuas y acotadas que van de un espacio  $X$  completamente regular en  $A$  un álgebra topológica localmente convexa, el problema resulta ser complicado. En esta charla calculamos algunos ejemplos del espacio  $M(Cb(X, A))$  para casos particulares de conjuntos  $X$  y álgebras  $A$ , usamos métodos utilizados por H. Arizmendi y A. Carrilo para estudiar estos casos particulares y los combinamos con los resultados de Royden usados para estudiar espacios de funciones continuas con valores reales. El cálculo de  $M(Cb(X, A))$  en estos casos particulares resultan ser nuevos.

**Conjuntos del espectro combinado no vacío en álgebras topológicas.** (CI)

*Antoni Wawrzynczyk (awaw@xanum.uam.mx)*

Se determinan condiciones necesarias y suficientes para que un subconjunto de una álgebra de Waelmart tuviera el espectro de Harte no vacío.

**Spectral continuity: from  $T$  to  $f(T)$  and viceversa.** (CI)

*Slavisa Djordjevic, Manuel Febronio Rodríguez (slavdj@fcfm.buap.mx)*

Let  $f$  be a holomorphic function on some neighborhood of the spectrum of  $T$ . In this talk we will give the conditions that move spectral continuity from  $T$  to  $f(T)$  and viceversa.

**Ideales cerrados de ciertas álgebras de Banach de funciones holomorfas en el disco unitario.** (CI)

*Héctor Merino Cruz (hmerinoc@gmail.com)*

En esta plática consideramos ciertas álgebras de funciones holomorfas en el disco unitario y nos preguntamos sobre sus ideales cerrados. Mostramos que bajo ciertas hipótesis es posible tener una descripción de estos ideales.

**Límites inductivos de Álgebras topológicas.** (RT)

*Aura Carina Márquez Martínez, María de Lourdes Palacios Fabila (auracarina07@gmail.com)*

Presentaremos diferentes tipos de límites inductivos de espacios y álgebras topológicas, a saber, los límites inductivos algebraicos, algebraicos topológicos y los bornológicos. Los límites inductivos han sido utilizados para estudiar y caracterizar a diversos tipos de álgebras topológicas. En esta plática daremos algunas propiedades, caracterizaciones y ejemplos de límites inductivos para álgebras localmente convexas,  $m$ -convexas, y algunos resultados relacionados para  $C^*$ -álgebras. Los límites inductivos bornológicos han sido estudiados por diversos autores como H. Hogbê-Nlend, M. Akkar, A. Beddaa and M. Oudadess. Los límites inductivos topológicos también han sido intensamente estudiados especialmente como factores en álgebras matriciales. Estos no siempre se comportan adecuadamente, por ejemplo con respecto a la propiedad de separabilidad. Esta noción es trascendente en la teoría cuántica, en la espectral, el cálculo funcional y teoría de Representaciones, etc.

**Límites proyectivos en Álgebras Topológicas.** (RT)

*Luis Roberto Hernández Chávez, María de Lourdes Palacios Fabila (lreuler86@gmail.com)*

Resumen: En esta plática presentamos las nociones principales y resultados relacionados con los límites proyectivos en el contexto de los Espacios Vectoriales Topológicos y Álgebras Topológicas. Presentaremos la versión más general de la descomposición de Arens-Michael, aplicaciones interesantes y ejemplos pertinentes. Por otro lado, presentaremos algunos resultados que involucran el concepto de límite proyectivo bornológico.

**Sobre espectros combinados en álgebras no conmutativas.** (RT)

*José Ricardo Núñez Hernández (nunezhdezricardo@gmail.com)*

Sea  $\mathcal{A}$  un álgebra de Banach no conmutativa, con unidad  $e$ . Sean  $\mathcal{B} \subset \mathcal{A}$  una subálgebra con unidad  $e$  y sea  $I \subset \mathcal{A}$  un ideal izquierdo cerrado. Para  $\bar{a} = (a_1, \dots, a_n)$  con  $a_i \in \mathcal{B} \ \forall i = 1, \dots, n$ , definimos el **Espectro común izquierdo**  $\sigma_l(\bar{a})$  como

$$\sigma_l(\bar{a}) = \{ \bar{\lambda} \in \mathbb{C} \mid (I, a_1 - \lambda_1, \dots, a_n - \lambda_n) \text{ generan ideal propio en } \mathcal{A} \}$$

Si para cada  $i, j = 1, \dots, n$ ,  $[a_i, a_j] \in I$ ,  $I\mathcal{B} \subset I$  y considerando  $\bar{\lambda} \in \sigma_l(\bar{a})$  y  $a_{n+1} \in \mathcal{B}$  tal que  $[a_i, a_{n+1}] \in I$ . Entonces existe  $\lambda_{n+1} \in \mathbb{C}$  tal que

$$(\lambda_1, \dots, \lambda_n, \lambda_{n+1}) \in \sigma_l(a_1, \dots, a_n, a_{n+1})$$

Más aún, para  $\bar{x} = (x_1, \dots, x_n)$ , si  $P(\bar{x}) = (P_1(\bar{x}), \dots, P_m(\bar{x}))$  donde cada  $P_i$  es un polinomio de  $n$  variables, al conjunto de todas las funciones de esta forma lo denotamos por  $\mathcal{P}(\mathcal{A}^n)^m$ , entonces

$$P(\sigma_l(\bar{a})) \subset \sigma_l(P(\bar{a}))$$

Y se verán cuales son las condiciones necesarias y suficientes para la propiedad de mapeo espectral.

**Una caracterización de  $C^*$ -álgebras normadas a través de funcionales positivas.** (CI)

*María de Lourdes Palacios Fabila, Marina Haralampidou, Mohame Oudadess, Carlos Signoret (pafa@xanum.uam.mx)*

Se dará una caracterización de las  $C^*$ -álgebras normadas, entre cierto tipo de álgebras involutivas normadas. Esto se hará a través de la existencia de suficientes funcionales positivas específicas. Esta misma pregunta será examinada en otros tipos de Álgebras (Topológicas) no-normadas.

**Mackey TQ-Álgebras.** (CI)

*Yuliana de Jesús Zárate Rodríguez (zayuri\_zarate\_01@hotmail.com)*

En 1985 Akkar define a un álgebra unitaria  $A$  con bornología convexa  $\mathcal{B}$  como una  $Q$ -álgebra bornológica cuando el conjunto de los elementos invertibles de  $A$  es abierto en la topología  $\tau_{\mathcal{B}}$ . El primer ejemplo de un álgebra bornológica es dada por H. Hogbe-Nlend. En 1992 M. Oudadess define a un álgebra conmutativa unitaria completa localmente  $m$ -convexa en la cual el conjunto de sus elementos invertibles es abierto en la topología  $\tau_{\mathcal{B}_\tau}$  como una Mackey  $Q$ -álgebra. A principios de este año M. Abel define a un álgebra topológica en la cual el conjunto de sus elementos casi invertibles es abierto en la topología  $\tau_{\mathcal{B}_\tau}$  como una Mackey  $Q$ -álgebra. En esta plática definiremos y caracterizaremos a un álgebra topológica como Mackey TQ-álgebra (izquierda o derecha) si el conjunto de sus elementos topológicamente (respectivamente, izquierdos o derechos) casi invertibles es abierto en la topología  $\tau_{\mathcal{B}_\tau}$  y daremos la conexión de las Mackey TQ-álgebras con otras álgebras topológicas.

**Semigrupos continuos en ciertas álgebras de convolución localmente convexas.** (CI)

*José Saúl Campos Orozco, Jose Galé (jsc068@yahoo.com.mx)*

Introducimos un álgebra de convolución localmente convexa  $U$  de funciones holomorfas que sirven de escenario natural a ciertas funciones especiales las cuales son continuamente inexadas en contraparte a la sucesión de polinomios ortogonales clásicos que surgen en el cálculo umbral. De este modo, tales funciones se convierten en semigrupos en el álgebra  $U$ .

**Semi grupo-inversas.** (CI)

*Gabriel Kantún Montiel, Slavisa Djordjevic (gkantun@fcm.buap.mx)*

Sea  $A$  un álgebra con identidad  $1$ . Decimos que un elemento  $a \in A$  es grupo-invertible si existe un elemento  $b \in A$  tal que  $a = aba$ ,  $b = bab$  y  $ab = ba$ . En este caso,  $b$  es único y le llamamos la grupo-inversa de  $a$ , porque  $a, b \in A$  genera un grupo. En esta charla discutimos una generalización que llamamos semi grupo-inversa. Analizamos una caracterización de Schmoeger de las grupo-inversas y exploramos la estructura de sus semi grupo-inversas.



## Coloquio Interinstitucional de Análisis y sus Aplicaciones

Coordinadores: Renato Calleja, Rafael del Río, Ramón Plaza, Ma. de los Ángeles Sandoval, Luis Silva, Ricardo Weder  
 Auditorio del IIMAS, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO				
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO		Rudi Weikard	Peter Kuchment	Tuncay Aktosun
12:00–12:30					
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					
17:00–17:30					
17:30–18:00			<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

**On the inverse resonance problem. (CI)**

*Rudi Weikard* (rudi@math.uab.edu)

Inverse spectral and scattering problems are a classical subject in mathematical physics. In this talk we present a particular variant: the inverse resonance problem in one dimension, particularly for the Schrödinger equation. In addition to the uniqueness question we investigate which information may be contained from finite noisy data. This is of interest, since, in practical settings, one cannot expect to obtain all the necessary data and, in any case, recovery algorithms cannot make use of all data even if they were available.

**The nodal count mystery. (CI)**

*Peter Kuchment Dizengof* (pkuchment@math.tamu.edu)

Nodal patterns of oscillating membranes have been known for hundreds of years and are often demonstrated in undergraduate physics classes. They are usually called Chladni figures, although Robert Hooke demonstrated them at Royal Society two centuries before Chladni. Mathematically speaking, these figures are the nodal sets of eigenfunctions of the Laplace operator with Dirichlet boundary conditions on the corresponding domain (or manifold). In spite of them being known for quite a long time, the understanding of these patterns (e.g., how large the nodal set is, or how many nodal domains the pattern splits the membrane into) remains very incomplete. These patterns nowadays attract attention of leading mathematicians and physicists alike. The talk will provide a brief history of the subject and some recent results on the nodal domain count.

**Finding the shape of a human vocal tract from speech sounds. (CI)**

*Tuncay Aktosun* (aktosun@uta.edu)

The elementary units for human speech are known as phonemes, and the utterance of each phoneme is governed by a particular shape of the human vocal tract. In this talk, a mathematical description is presented for the shape of the vocal tract during the creation of each phoneme, which corresponds to a direct problem. Then, a corresponding inverse problem is analyzed; namely, the determination of the shape of the human vocal tract from the measurement of sound pressure associated with an uttered phoneme.



## Control óptimo y juegos dinámicos

Coordinadores: Héctor Jasso Fuentes, Óscar Vega Amaya  
Salón 102-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	Yofre García			
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Raquel López			
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO	Mario A Villalobos			
12:00–12:30	Héctor F Sánchez	Daniel Hernández			
12:30–13:00	Jesús Adolfo Minjarez	J R Gabriel Argüelles			
13:00–13:30	H Daniel Cruz	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
13:30–14:00	J Raúl Montes de Oca				
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		Óscar Vega Amaya			
17:30–18:00	José Daniel López		<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30	Leonardo Laura				
18:30–19:00	Saul Mendoza		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>			
19:30–20:00					

### Juegos de campo medio. (CI)

Héctor Fidencio Sánchez Morgado, Diogo Gomes, Edgard Pimentel (hector@matem.unam.mx)

Dare una introducción a los juegos de campo medio y hablare sobre algunos resultados de existencia de soluciones clásicas que he obtenido con mis colaboradores.

### Problemas de control de campo medio con horizonte de planeación aleatorio. (CI)

Jesús Adolfo Minjarez Sosa (aminjare@gauss.mat.uson.mx)

En este trabajo se estudia el problema de control asociado a un sistema que se compone de un número grande  $N$  de objetos que interactúan entre sí y cuya dinámica es aleatoria. En cada etapa, una vez que el controlador observa la configuración del sistema y elige un control, existe una probabilidad positiva de que el proceso termine, lo cual hace que el horizonte de planeación sea aleatorio. El sistema es analizado de acuerdo a la teoría de campo medio, y el objetivo es mostrar la existencia de políticas asintóticamente óptimas cuando  $N$  tiende a infinito.

### Convergencia difusa II. (CI)

Heliodoro Daniel Cruz Suárez, Raúl Montes de Oca Machorro (daniel.cruz@ujat.mx)

Estas pláticas tratan con la convergencia de números difusos. Se propone una nueva estructura algebraica y una métrica para el conjunto de números difusos. La finalidad de esta nueva teoría es establecer resultados de convergencia de sucesiones y series de números difusos con el fin de resolver problemas de optimización difusa, en particular Procesos de Decisión de Markov con recompensa o costo difusos y con espacio de estados discreto. Estos problemas no se pueden resolver con la estructura algebraica clásica. Se presentarán ejemplos para ilustrar la teoría.

**Convergencia difusa I. (CI)***Raúl Montes de Oca Machorro, Heliodoro Daniel Cruz Suárez (momr@xanum.uam.mx)*

Estas pláticas (Convergencia Difusa I y Convergencia Difusa II) tratan con la convergencia de números difusos. Se propone una nueva estructura algebraica y una métrica para el conjunto de números difusos. La finalidad de esta nueva teoría es establecer resultados de convergencia de sucesiones y series de números difusos con el fin de resolver problemas de optimización difusa, en particular Procesos de Decisión de Markov con recompensa o costo difusos y con espacio de estados discreto. Estos problemas no se pueden resolver con la estructura algebraica clásica. Se presentarán ejemplos para ilustrar la teoría desarrollada.

**Equilibrio correlacionado para juegos estocásticos en espacios de Borel. (CI)***Fernando Luque Vásquez (fluque@mat.uson.mx)*

Una extensión del concepto de equilibrio de Nash en juegos es el de equilibrio correlacionado, definido por R.J. Aumann en 1974 para juegos estáticos con conjunto de acciones finitos. En esta plática, se define el concepto de equilibrio correlacionado estacionario para juegos estocásticos y se presenta un resultado de existencia de esta clase de equilibrios para juegos estocásticos con espacios de estados y de acciones de Borel y funciones de pago posiblemente no acotadas

**¿Cooperación o Competencia? ¡Juegos diferenciales de todos modos! (CDV)***José Daniel López Barrientos (actdaniel@hotmail.com)*

En este trabajo presentamos una perspectiva de algunos juegos dinámicos competitivos y colaborativos. Nuestro recorrido empieza en los juegos matriciales, y visita los diferenciales, los diferenciales estocásticos, y llega a los diferenciales estocásticos con modos múltiples en horizonte infinito con el criterio del pago/costo descontado. Terminamos nuestro viaje estudiando el célebre procedimiento de distribución de recompensas para juegos dinámicos colaborativos de Leon Petrosyan y lo aplicamos al caso de los juegos diferenciales estocásticos con modos múltiples. Deseamos que los resultados que presentamos sirvan para ilustrar sus aplicaciones en los contextos natural y social, y queremos que el lector los use como una guía para iniciarse en el apasionante camino de convertirse en un experto en la Teoría de Juegos Dinámicos.

**Propiedades de Estabilidad en Juegos Markovianos. (CI)***Leonardo Laura Guarachi (lguarachi@gmail.com)*

En esta charla revisaremos algunos criterios de estabilidad estocástica en cadenas de Markov. Posteriormente veremos las aplicaciones de estos criterios en juegos markovianos de suma cero. Para este tipo de juegos estudiaremos los equilibrios en 'sesgo', 'rebasante', 'promedio' y 'promedio fuerte'. Bajo ciertas condiciones de estabilidad, mostraremos que existe una relación de inclusión entre cada uno de los tipos de equilibrio. Para finalizar, presentaremos ejemplos que ilustran los resultados.

**La dinámica del replicador para juegos en espacios métricos: una aproximación finito-dimensional. (CI)***Saul Mendoza Palacios, Onésimo Hernández Lerma (smendozap@gmail.com)*

En esta plática hablaremos de la dinámica del replicador para juegos simétricos y asimétricos donde el conjunto de estrategias es un espacio métrico. Bajo estas hipótesis la dinámica del replicador existe en un espacio de Banach (el espacio de medidas signadas). Se proveerán condiciones para aproximar a la dinámica del replicador por medio de sistemas dinámicos finito-dimensionales. Estas aproximaciones se realizarán en la topología fuerte (utilizando la norma de variación total) y también en la topología débil (utilizando la métrica de Kantorovich-Rubinstein). Ambas topologías requieren distintas condiciones e hipótesis. Por último, algunos ejemplos ilustrarán nuestros resultados de aproximación.

**Existence of optimal solutions of discounted Markov control models with recursive discount rates. (RT)***Yofre García Gómez, Juan González-Hernández (yofregarcia@gmail.com)*

This work analyzes a discrete-time Markov Control Model (MCM) on Borel spaces when the performance index is the expected total discounted cost. This criterion admits unbounded costs. It is assumed that the discount rate in any period is obtained by using recursive functions and a known initial discount rate. The classic dynamic programming method for finite-horizon case is verified. Under slight conditions, the existence of deterministic non-stationary optimal policies for infinite-horizon case is proven. Also, to find deterministic non-stationary  $\epsilon$ -optimal policies, the value-iteration method is used. To illustrate an example of recursive functions that generate discount rates, we consider the expected values of stochastic processes, which are solutions of certain class of Stochastic Differential Equations (SDE) between consecutive periods, when the initial condition is the previous discount rate. Finally, the consumption-investment problem and the discount linear-quadratic problem are presented as examples; in both cases, the discount rates are obtained using a SDE, similar to the Vasicek short-rate model.



**Procesos de control de Markov con restricciones con criterio de costo descontado aleatorizado: Método de Programación Convexa.** (CI)

*Raquel López Martínez (ralopez@uv.mx)*

Se estudian los procesos de control de Markov con restricciones en los espacios de Borel, bajo un criterio de optimalidad descontado con factor de descuento aleatorio y restricciones del mismo tipo. Se demuestra que el problema de control óptimo correspondiente es equivalente a un problema de programación convexa. Se presenta un teorema de punto de silla para la función de Lagrange asociada al programa convexo, que se utiliza para obtener la existencia de una solución óptima al problema con restricciones.

**Estudio de los ceros de familias de funciones del tipo Fresnel generalizadas.** (CI)

*Mario Alberto Villalobos Arias, Jaime Lobo-Segura (mario.cr@gmail.com)*

Se presenta un estudio sistemático de los ceros reales de algunas familias de funciones de variable real dependientes de un parámetro real  $\alpha$  perteneciente a un intervalo de la recta. En términos generales dichas familias están definidas por las coordenadas cartesianas de ciertas curvas planas paramétricas del tipo de funciones de Fresnel generalizadas

**Medidas martingala con mínima variancia para procesos de difusión.** (CI)

*Daniel Hernández Hernández (dher@cimat.mx)*

En esta plática abordaremos el problema de cobertura cuadrático en el contexto de mercados incompletos. Se asumirá que el mercado está compuesto por un activo con riesgo, modelado como un proceso de difusión, cuyo precio es afectado por factores externos. Se mostrará que el problema dual tiene la forma de un problema de control sensible al riesgo, y se describirá de forma explícita la medida martingala óptima, usando técnicas de ecuaciones diferenciales parciales no lineales.

**Esquemas de aproximación para problemas de transporte continuo.** (CI)

*José Rigoberto Gabriel Argüelles (jgabriel@uv.mx)*

El problema de transferencia de masas de Monge-Kantorovich y el problema de transbordo de masas de Kantorovich- Rubinstein son dos problemas de optimización en espacios de dimensión infinita. Encontrar soluciones exactas a estos problemas resulta ser un problema muy complejo. Una alternativa es la de proponer e implementar esquemas de aproximación para obtener el valor de dichos problemas. En esta plática se mostrarán dos esquemas de aproximación y se mostrarán los resultados numéricos para la Métrica de Kantorovich.

**Normalidad asintótica de procesos de control markovianos a tiempo discreto.** (CI)

*Armando Felipe Mendoza Pérez (mepa680127@hotmail.com)*

En esta ponencia estudiaremos el comportamiento asintótico de procesos de control de Markov a tiempo discreto en espacios de Borel. Bajo hipótesis estándares, veremos que las sucesiones de los procesos de costos resultan ser asintóticamente normales. En particular, se obtendrá un teorema de tipo "límite central" para cadenas de Markov no controladas.

**Existencia de políticas óptimas en costo promedio para modelos de control con transición débilmente continua.** (CI)

*Óscar Vega Amaya (ovega@mat.uson.mx)*

Se estudia el problema de control óptimo en costo promedio para modelos con espacios de Borel, costos no acotados y ley de transición débilmente continua. Se prueba la existencia de una política estacionaria óptima estableciendo la existencia de una solución semicontinua inferiormente de la ecuación de optimalidad. Dicha solución se obtiene suponiendo que la función de costo satisface una condición de crecimiento y la ley de transición satisface una condición de Lyapunov, así como ciertas condiciones de continuidad y compacidad. La solución de la ecuación de optimalidad se obtiene por medio del teorema de punto fijo de Banach.



## Cópulas y dependencia de variables aleatorias

Coordinador: Arturo Erdely

Salón 103-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	J.M. González-Barrios			
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Ricardo Hoyos			
11:00–11:30			<b>RECESO</b>		
11:30–12:00	TRASLADO	Yuri Salazar			
12:00–12:30		Arturo Erdely			
12:30–13:00		Gerardo Rubio			
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		Martín A Díaz			
17:30–18:00		Francisco Mendoza			
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

#### Cópula muestral y aplicaciones. (CI)

José M. González-Barrios Murguía, Ricardo Hoyos Argüelles (gonzaba@sigma.iimas.unam.mx)

En esta plática se define la cópula muestral como un estimador, y se dan sus propiedades generales. También se incluyen aplicaciones para obtener simulaciones de la cópula muestral, ejemplos de datos reales, Teorema de Glivenko-Cantelli para la distancia de variación total y pruebas de hipótesis que tienen muy buena potencia.

#### Propiedades de convergencia de la cópula muestral. (RT)

Ricardo Hoyos Argüelles, José María González-Barrios Murguía (richoyos@hotmail.com)

En esta plática se presentan las distribuciones asociadas a la cópula muestral bajo el caso de independencia y se estudia la convergencia débil del proceso muestral, es decir, la convergencia de un proceso definido a partir de la diferencia entre la cópula muestral y la aproximación checkerboard de orden  $m$ .

#### La existencia de la función de dependencia extrema en el caso general y su relación con condiciones de Dominio de Atracción y de Variación Regular para cópulas. (CI)

Yuri Salazar Flores, Adán Díaz Hernández (yurisf@ciencias.unam.mx)

En este trabajo se analizan las condiciones de existencia de la función de dependencia extrema general y como se relaciona con otros dos conceptos fundamentales en la Teoría de Valores Extremos: condiciones de Dominio de Atracción de Máximos y Variación Regular. Dado que, a diferencia de la dependencia extrema, estas condiciones afectan tanto a la cópula como a las marginales, estudiamos ambos casos por separado. Entre otras cosas definimos variación regular para cópulas. Demostramos que condiciones sobre la cópula y sobre las marginales son equivalentes a condiciones sobre la función conjunta. Como resultado principal probamos que la existencia de la función de dependencia extrema es equivalente a condiciones de Dominio de Atracción y de Variación Regular para la cópula.

**Una medida de dependencia basada en subcópulas. (CI)**

Arturo Erdely Ruíz (arturo.erdely@comunidad.unam.mx)

Se propone una medida de dependencia para pares de variables aleatorias de cualquier tipo. En el caso particular de que ambas variables aleatorias sean continuas resulta ser una medida de concordancia. Se obtiene además una versión muestral de la misma basada en la subcópula empírica subyacente, misma que se encuentra implementada como paquete en el lenguaje de programación R.

**Referencia principal:** A. Erdely (2017). *A subcopula based dependence measure*. *Kybernetika* **53** (2), 231–243.

**Breve recorrido sobre el uso de cópulas en la regulación mexicana de seguros y fianzas. (CDV)**

Gerardo Rubio Hernández (grubio@cnsf.gob.mx)

El 4 de abril de 2015 entró en vigor la Ley de Instituciones de Seguro y de Fianzas (LISF), la cual sigue los Principios Básicos de Solvencia publicados por la International Association of Insurance Supervisors (IAIS) y busca garantizar la solvencia de las instituciones mediante el cumplimiento de tres pilares regulatorios: Requerimientos Cuantitativos, Gobierno Corporativo y Revelación de Información. Como parte de los Requerimientos Cuantitativos se encuentra el Requerimiento de Capital de Solvencia (RCS), que busca medir las pérdidas no esperadas de las instituciones. Uno de los componentes del RCS se calcula como el VaR al 99.5% sobre el cambio en los fondos propios (capital) de la institución en el horizonte de un año. Por lo tanto, se requieren estimaciones acerca de la distribución conjunta de los activos y pasivos de la institución, para lo cual la teoría de cópulas resulta indispensable. En esta plática, se hará un breve recorrido acerca del uso de cópulas dentro de la regulación de seguros y fianzas en México.

**VaR tradicional vs Var cópulas. Análisis de un caso práctico mexicano. (CI)**

Héctor Alonso Olivares Aguayo

En este trabajo se analizan empresas mexicanas del sector vivienda (ARA, HOMEX y URBI), considerando una muestra de dos años con precios históricos diarios (2011–2013). Se realiza un análisis de portafolios bivariados mediante una diversificación naive comparando el Valor en Riesgo (VaR) calculado con tres métodos Delta Normal, Histórico y Monte Carlo contra el VaR calculado mediante cópulas elípticas (Gaussiana y t-Student) con un nivel de confianza del 95%. Por último, se ejecuta el método de backtesting mediante la prueba de Kupiec, determinando que el VaR Cópula t-Student es la medida de riesgo más adecuada para todos los portafolios bivariados de las empresas analizadas.

**Modelos de dependencia basados en cópulas para la simulación estocástica espacial de propiedades petrofísicas usando atributos sísmicos como variables secundarias. (CI)**

Martín Alberto Díaz Viera, Arturo Erdely, Le Van Huong, Daniel Vázquez Ramírez (mdiazv@imp.mx)

El modelado de la distribución espacial de las propiedades petrofísicas en el marco de la caracterización de yacimientos es una tarea crucial y difícil debido a la falta de datos y por lo tanto el grado de incertidumbre asociado con él. Por esta razón, en los últimos años se ha adoptado un enfoque de simulación estocástica de la distribución espacial de las propiedades petrofísicas. Los atributos sísmicos han sido ampliamente utilizadas como variables secundarias en el modelado de yacimientos para la predicción de propiedades petrofísicas pero por lo general suponiendo dependencia lineal y distribución Gaussiana. Muy recientemente, las cópulas se han vuelto populares en el sector financiero por ser un medio flexible de representar relaciones de dependencia y ya resulta incipiente su aplicación en el campo de la geoestadística. Se propone un método de simulación geoestadística usando una cópula para representar la estructura de dependencia subyacente entre propiedades petrofísicas (variable primaria) y atributos sísmicos (variable secundaria). El procedimiento consiste básicamente en la aplicación del método de recocido simulado con una distribución de probabilidad conjunta estimada mediante una cópula en conjunto con la estructura de dependencia espacial (variograma) de la variable primaria. El método tiene las ventajas de no requerir dependencia lineal o un tipo específico de distribución. La aplicación de la metodología se ilustra en un caso de estudio en el que los resultados se comparan con el método de co-simulación secuencial Gaussiana.

**Dependencia probabilística bivariada entre propiedades intrínsecas de objetos booleanos distribuidos en 2D. (CI)**

Francisco Mendoza, Martín A. Díaz Viera (mentofran@gmail.com)

Es común el análisis, modelado y simulación de objetos distribuidos espacialmente. Estos objetos generalmente se modelan mediante objetos geométricos simplificados cuyo centroide se encuentra en el espacio. Dentro de un contexto probabilístico, éstos se estudian mediante la geometría estocástica, en particular con los modelos booleanos. Ésta teoría supone que las propiedades de los objetos son variables aleatorias idéntica e independientemente distribuidas. En muchos fenómenos se observa que no es así, y por lo tanto la estructura de dependencia tiene que considerarse. El enfoque moderno para considerar tales dependencias es la teoría de cópulas. En este trabajo se muestran, a modo de comparación, simulaciones con y sin la estructura de dependencia incluida en la modelación. Se observó, que el patrón espacial de objetos difiere del modelado con la teoría de cópulas aún cuando las funciones de distribución marginales son exactamente las mismas.

## De Joven a Joven

Coordinadores: María de la Paz Álvarez, Natalia Jonard Pérez

## Ponentes

- Grupo Dimate (Universidad Veracruzana).
- Alejandro Mendoza Díaz de León.
- Andrés Silva Ruíz.
- Jorge Antonio Cruz Chapital.
- Norma Angélica Zúñiga Pacheco.
- José Adrián Gallardo Quiroz.
- Saúl Cortés Martínez.
- Enrique Zeferino Barrera Vargas.
- Andrés Barei.
- Dante Alejandro Vargas Hurtado.

## Bachilleratos Participantes

- Escuela Nacional Preparatoria 1 (ENP 1)
- Escuela Nacional Preparatoria 2 (ENP 2)
- Escuela Nacional Preparatoria 5 (ENP 5)
- Escuela Nacional Preparatoria 8 (ENP 8)
- Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur (CCH-sur)
- Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Vallejo (CCH-Vallejo)
- Centro de estudios científicos y tecnológicos No. 9 (CECyT-9)
- Instituto de Educación Media Superior - Magdalena Contreras (IEMS-M.C.)
- Instituto de Educación Media Superior-Tláhuac (IEMS-Tláhuac)
- Instituto de Educación Media Superior-Coyoacán

## Lunes 23 de Octubre.

Hora	Plantel	Ponente	Título
11:00	CCH-Vallejo	Enrique Zeferino Barrera Vargas	Sobre matemáticas y el poder de las ideas
12:00	ENP 5	Jorge A. Cruz Chapital	Historia del Infinito
13:10	ENP 5	José Adrián Gallardo Quiroz	Secretos a voces: algunas formas de cifrar (y un tesoro escondido)
12:00	IEMS-Coyoacán	Andrés Barei	La escuela sí está chida
12:00	ENP 8	Grupo Dimate (Universidad Veracruzana)	Taller: "Matemáticas no son solo números"
14:30	ENP 8	Norma A. Zúñiga Pacheco	Musimática y otras artes
13:00	IEMS-Tláhuac	Andrés Silva Ruíz	Patrones de interferencia
18:00	CECyT 9	Dante Alejandro Vargas Hurtado	Al infinito y más allá

**Martes 24 de Octubre.**

<b>Hora</b>	<b>Plantel</b>	<b>Ponente</b>	<b>Título</b>
12:00	ENP 1	Andrés Silva Ruíz	"Patrones de interferencia"
12:50	ENP 2	Grupo Dimate (Universidad Veracruzana)	Taller: "Matemáticas no son solo números"
14:30	ENP 2	Saúl Cortés Martínez	"Matemáticas como juego, arte, filosofía y ciencia."
17:00	CCH-Sur	Norma A. Zúñiga Pacheco	"Musimática y otras artes"

**Miércoles 25 de Octubre.**

<b>Hora</b>	<b>Plantel</b>	<b>Ponente</b>	<b>Título</b>
12:00	IEMS-M.C.	Alejandro Mendoza Díaz de León	"Einstein Pitagórico"

## Dinámica no Lineal y Sistemas Complejos

Coordinadores: Carlos Islas Moreno, Felipe Contreras Alcalá, Juan Antonio Nido Valencia  
Salón 103 - nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>		Pedro Miramontes	
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO			Luis A Quezada	Hernán González
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	TRASLADO			Guillermo Fernández	Pablo Padilla
12:00–12:30					
12:30–13:00				Michiko Amemiya	Alexandra Guzmán
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				Manuel Falconi	
17:00–17:30					
17:30–18:00			<b>TARDE LIBRE</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### El cómputo con DNA. (CDV)

Pedro Eduardo Miramontes Vidal (pmv@ciencias.unam.mx)

En 1994, L. Adleman mostró que era posible construir una computadora elemental a partir de operaciones basadas en las propiedades fisicoquímicas de la molécula del DNA. Él ilustró su esquema resolviendo el problema de encontrar las rutas hamiltonianas de una gráfica dada. Dicha propuesta levantó un gran entusiasmo pero quedaron pendientes las preguntas acerca de la viabilidad del cómputo con DNA para resolver problemas más generales así como la cuestión acerca de si el DNA tiene o no la capacidad de cómputo universal. En esta presentación se recuerda el método elemental de Adleman y se hace un recuento de la situación actual del campo. 1. Adleman, L. M. "Molecular computation solutions to combinatorial problems". Science, Vol 266, 1994, 1021–1024.

### Análisis de un modelo dinámico de tráfico vehicular. (CI)

Luis Alberto Quezada Téllez (lquezada@correo.cua.uam.mx)

El tráfico de vehículos tiene una presencia en cada aspecto de la movilidad de personas y productos que se ha convertido en un fenómeno por sí mismo. La dinámica del tráfico puede ser modelada mediante diversos enfoques, desde un aspecto probabilístico que puede ser interpretado a través de un modelo estocástico, hasta como un flujo de fluidos representado por ecuaciones diferenciales parciales. Pero es innegable que el tráfico conlleva reglas y relaciones que muestran su carácter determinista, por lo que su comportamiento puede modelarse como un sistema dinámico discreto. En esta investigación, se expone un modelo no lineal que surge del Diagrama Fundamental de Densidad-Flujo, en el cual los coeficientes toman valores significativos que actúan como los parámetros del modelo de tráfico. Dependiendo de los valores de estos parámetros, se puede observar que el flujo de tráfico exhibe órbitas estables, inestables o incluso hasta caóticas.

### Derivadas fraccionales, ecuaciones diferenciales y aplicaciones. (CI)

Guillermo Fernández Anaya (guillermo.fernandez@ibero.mx)

Derivadas fraccionales, ecuaciones diferenciales y aplicaciones.

**Análisis de patrones pluviales en la Cuenca del Valle de México. (CI)**

*Michiko Amemiya Ramírez (amemiya.michiko@gmail.com)*

El Cambio Climático se ha convertido en uno de los retos que la humanidad debe enfrentar para asegurar su supervivencia y la permanencia de la vida en el planeta. Uno de sus efectos ha sido la alteración de los patrones de lluvia. En el presente trabajo, se analizan los datos de las estaciones meteorológicas de la Cuenca del Valle de México como una serie de tiempo de un sistema dinámico para encontrar patrones y las anomalías asociadas a la alteración de clima producto del Cambio Climático.

**Migración e interacción interespecífica en la distribución de las especies. (CDV)**

*Manuel Jesús Falconi Magaña (mjfalconi@gmail.com)*

La distribución espacial de las especies está determinada por una serie de factores dinámicos, dentro de los cuales la reproducción, la mortalidad, la dispersión suelen ser reconocidos como determinantes y actúan a diferentes escalas de tiempo. Todos estos factores participan y colaboran en la conformación de las poblaciones a través de las interacciones que se dan entre individuos de la misma especie (intraespecífica) o entre los de especies diferentes (interespecífica), formando complicadas redes de interacción. Entre las diferentes formas en que pueden interaccionar las especies de una comunidad, sobresalen las de depredación y la de competencia tanto por su frecuencia, como por su efecto en la estructura y función de la misma. Por otra parte, el efecto de la migración y las interacciones en la distribución y supervivencia de las especies depende también de las diversas condiciones de idoneidad de las localidades que conforman el espacio en que se desarrollan las especies involucradas. En la plática presentaremos algunos de los modelos que hemos utilizado para el estudio del efecto de la migración en la distribución de una especie bajo idoneidad espacial diferenciada. Suponemos que el tiempo es discreto y el espacio puede ser continuo o discreto. Se mostrarán los avances de un estudio comparativo de las propiedades dinámicas de estos modelos, con las que se obtienen cuando se incluye la interacción con otra especie. El análisis muestra que poblaciones aisladas con dinámicas caóticas pueden sincronizarse a fluctuaciones periódicas como resultado de la migración.

**Adecuación e implementación de una caja de sustitución en un sistema de cifrado. (CI)**

*Hernán González Aguilar, José S. Murguía, Marcela Mejía Carlos, Agustín Aboites (hernan@fc.uaslp.mx)*

En este trabajo se realiza la adecuación de una etapa en la implementación numérica de un sistema de cifrado, el cual está basado en la regla 90 de autómatas celulares. En particular, se logra combinar una caja de sustitución al inicio del sistema de cifrado en función de la dinámica de la regla 90 de autómatas celulares permitiendo cifrar diferentes señales obteniendo resultados favorables en el cifrado. Con la finalidad de evaluar su desempeño se le aplican ciertas pruebas estadísticas a la información cifrada.

**El Cerebro: una visión simple de un sistema complejo. (CDV)**

*Pablo Padilla Longoria (pablo@mym.iimas.unam.mx)*

El lenguaje y la música comparten características comunes. Diversas teorías han sido propuestas sobre la posible estructura modular del cerebro para procesar información lingüística y musical. En esta plática presentamos una perspectiva sobre algunas investigaciones actuales que incluyen la modelación utilizando sistemas dinámicos en gráficas para abordar el estudio del origen y evolución de la música y el lenguaje.

**Técnicas de análisis de series de tiempo caótico y una aplicación (RT)**

*Alexandra Guzmán Velázquez (alexandra.velazquez29@gmail.com)*

El teorema de inmersión de Takens muestra como las variables de retraso de una única serie de tiempo pueden ser usadas como variables representantes para construir el atractor de un proceso dinámico subyacente. Esto con el fin de extraer información cualitativa importante del espacio fase reconstruido y del atractor encontrado. Las técnicas de análisis consisten en encontrar: el tiempo de retardo y la dimensión de inmersión para la reconstrucción del espacio fase; la dimensión de correlación y el exponente máximo de Lyapunov para distinguir entre un sistema determinista o estocástico; el tiempo de predicción u horizonte de predictibilidad que podrá ser nulo o limitado (dependiendo del resultado del exponente máximo de Lyapunov). La serie de tiempo que se usó para aplicar estas técnicas consiste en mediciones de velocidad de la línea 5 del Metrobús de la Ciudad de México, encontradas durante el mes de mayo de 2014. El análisis de esta serie se realizó con las herramientas matemáticas y computacionales descritas en cada una de las técnicas mencionadas.



## Divulgación

Auditorio Carlos Graef, Facultad de Ciencias, UNAM.

**Martes 24 de Octubre, 12:00-13:00 horas.**

**Matemáticas y Arte I: Renacimientos.**

*José Antonio de la Peña*

**Resumen:** La función intelectual y social del arte y la ciencia parecen distanciar estas actividades humanas. Sin embargo, hay muchos elementos que las hermanan: la creatividad y la inspiración son esenciales para realizar una obra; hay elementos gozosos en la ciencia así como también hay elementos cognitivos en el arte; las genealogías de artistas y científicos apenas pueden diferenciarse, en ambas tradiciones hay escuelas, doctrinas, teorías y técnicas particulares, compromisos ideológicos y éticos. A lo largo de la historia ha habido momentos en que esos lazos se estrechan, a veces con sorprendentes resultados.

**Moderador:** José Antonio Seade Kuri

**Miércoles 25 de Octubre, 12:00-13:00 horas.**

**La enseñanza de las Matemáticas a través del tiempo.**

*José Ruiz de Esparza Gracida*

**Resumen:** Con la colonización española América recibió la cultura europea en todas sus dimensiones. Navegantes, colonizadores, mineros, religiosos, educadores, militares, etcétera; todos necesitaron valerse de alguna o varias herramientas matemáticas. En los conventos, colegios de religiosos y universidades, hubo desde los primeros años profesores obligados a enseñar a los jóvenes novohispanos las matemáticas básicas de utilidad para su desempeño. Así fue durante los primeros siglos. Las reformas a la educación implantadas por la Corona Española durante el siglo XVIII, otorgaron a los jóvenes novohispanos que estudiaban en el Real Seminario de Minas el conocimiento que Humboldt elogió considerando que las enseñanzas que se impartían en esa institución estaban al nivel de las europeas. La Escuela de Minería, desde su creación y en sus diferentes etapas, fue la mayor influencia durante el siglo XIX en la enseñanza de la ciencia en general. Además sentó las bases que permitieron a la Escuela Nacional Preparatoria y Nacional de Ingeniería influir en la creación de instituciones de enseñanza superior del resto del País. Esto es, en la Escuela de Altos Estudios, la Universidad Nacional, la Facultad de Ciencias y los institutos de Matemáticas y de Física de la UNAM, por mencionar únicamente algunas instituciones del centro del país.

**Moderador:** Sergio Macías Álvarez

**Jueves 26 de Octubre, 12:00-13:00 horas.**

**Matemáticas y Arte II: La aventura de las vanguardias.**

*José Antonio de la Peña*

**Resumen:** La función intelectual y social del arte y la ciencia parecen distanciar estas actividades humanas. Sin embargo, hay muchos elementos que las hermanan: la creatividad y la inspiración son esenciales para realizar una obra; hay elementos gozosos en la ciencia así como también hay elementos cognitivos en el arte; las genealogías de artistas y científicos apenas pueden diferenciarse, en ambas tradiciones hay escuelas, doctrinas, teorías y técnicas particulares, compromisos ideológicos y éticos. A lo largo de la historia ha habido momentos en que esos lazos se estrechan, a veces con sorprendentes resultados.

**Moderador:** Ángel Manuel Carrillo Hoyo

**Jueves 26 de Octubre, 16:30-17:30 horas.**

**Fundadores de la Sociedad Matemática Mexicana: maestros, héroes y hacedores de sueños.**

*Porfirio García de León Campero*

**Resumen:** El objetivo de la presentación, es hacer una remembranza del legado de hombres y mujeres que se atrevieron a visualizar un rumbo distinto en el desarrollo de las ciencias exactas en México; todos ellos fundadores de la Sociedad Matemática Mexicana (SMM), pero sobre todo, maestros, héroes y hacedores de sueños que hace 75 años se atrevieron a disentir de que el nivel máximo de conocimiento matemático necesario, era el que se enseñaba en la Escuela Nacional Preparatoria o, cuando más, en la Nacional de Ingenieros, pues se creía que las matemáticas eran sólo un campo auxiliar de los ingenieros. Sin embargo, un grupo de personas se atrevieron a discrepar de esa opinión generalizada y a romper límites para ver más allá, soñar y vislumbrar nuevos horizontes en las ciencias exactas. Además tuvieron un denominador común: ser alumnos de un maestro excepcional, Sotero Prieto. Este gran maestro, junto con Alfonso Nápoles Gándara, en los años treinta del siglo pasado, al interior de la Academia de Ciencias "Antonio Alzate", organizaron un seminario que se reunía una vez a la semana para discutir y difundir las ciencias exactas. De manera que fue precisamente en este seminario donde se sembró la semilla de la Facultad

de Ciencias (1939), el Instituto de Matemáticas (1942) y la Sociedad Matemática Mexicana (1943). A este seminario, dirigido por Sotero Prieto y Alfonso Nápoles, asistieron varios jóvenes talentosos que lograron la institucionalización de las ciencias exactas en nuestro país: Alberto Barajas, Carlos Graef, Javier Barros Sierra, Nabor carrillo, Francisco Zubieta, Monges López, Rita López de Llergo, entre otros. Por lo tanto, en la presentación hablaré del legado de estos héroes de la ciencia nacional, cuya obra se reflejó en la fundación de la SMM, en avances de ciencia y tecnología para el país y en la construcción del México posrevolucionario.

**Moderador:** Alejandro Javier Díaz Barriga

---

## IV Encuentro del Comité Nacional de Instituciones de Matemáticas (CONIM)

Coordinador: Francisco Cepeda

Aula 102, edificio Yelizcalli, Facultad de Ciencias, UNAM.

### Martes 24 de Octubre.

Horario	Orden del día
9:00–14:00	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Asistencia e información general.</li><li>2. Recuento de iniciativas académicas de reuniones de Escuelas de Matemáticas.</li><li>3. Diagnóstico y propuestas hacia un Programa de Impulso de las matemáticas.</li><li>4. Informe y discusión de CAPEM.</li><li>5. Asuntos generales.</li></ol>



## Entremeses Matemáticos

Coordinadores: María de la Paz Álvarez, Natalia Jonard Pérez

Lugar: ANG: Auditorio Alfonso Nápoles Gándara, Instituto de Matemáticas, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>			Claudio Nebbia
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO		Patricia Domínguez	Luis Celso Chan	Verónica E Arriola
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO		Daniel Pellicer	Eduardo Saenz	
12:00–12:30	Natalia García Colín				
12:30–13:00					
13:00–13:30	Géronimo Uribe	<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			<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					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

#### La poética efectividad de las matemáticas para percibir y delinear las formas. (CDV)

Natalia García Colín (garciacolin.natalia@gmail.com)

El filósofo, matemático y Premio Nobel, Bertrand Russell, advierte en su obra “Estudio de las matemáticas” que: “La matemáticas, vistas de la forma correcta, poseen no solamente la verdad, pero belleza suprema, belleza fría y austera como la de escultura, sin atracción a ninguna parte de nuestra naturaleza débil, sin las trampas maravillosas de la pintura o la música, pero sublimemente pura, y capaz de la sobria perfección que solamente el mejor arte logra. El verdadero espíritu del deleite, la exaltación, el sentimiento de ser mas que humano, que es la piedra de toque de la más alta excelencia, se encuentra en las matemáticas tanto como en la poesía”. Esta charla tiene el propósito de introducir a la audiencia, a través de ejemplos, a la poética habilidad de las matemáticas para reconocer objetos del mundo real, abstraerlos, descubrir su esencia y describirlos. Este poema matemático, sobre la forma y esencia del objeto puede ser luego aplicado para resolver problemas concretos.

#### Una invitación a la teoría de la percolación. (CDV)

Géronimo Uribe Bravo (gerouribe@gmail.com)

La palabra percolación hace referencia al movimiento y filtrado de fluidos a través de medios porosos. La teoría matemática de la percolación fue introducida por Broadbent y Hammersley en 1957 inspirados por el funcionamiento de las máscaras de gas de carbón activado. La problemática asociada es muy popular tanto dentro de la física como de la matemática (contando con más de 80,000 publicaciones en los últimos 60 años). Asimismo, dicha teoría estuvo presente en las medallas Fields otorgadas a Werner en 2006 y Smirnov en 2010. En esta plática, comentaremos algunos aspectos de la percolación, pasando por experimentos numéricos, resultados demostrados y conjeturas del área.

#### Jugando con fractales. (CDV)

Patricia Domínguez Soto (pdsoto@fcfm.buap.mx)

Daremos una definición de fractal y a partir de reglas muy simples construiremos algunos fractales.

**Tres notables teselaciones del espacio.** (CDV)

*Daniel Pellicer Covarrubias* (pellicer@matmor.unam.mx)

Como bien sabemos, el espacio euclidiano puede ser llenado con cubos de manera que no se encimen, no dejen huecos, y cada cara de un cubo coincida con una cara completa de otro cubo. A los arreglos de poliedros que llenan el espacio de esta manera se les llama teselaciones. Además la teselación de cubos, el espacio euclidiano admite otras tres teselaciones que satisfacen que: 1) todas las teselas (poliedros) son tan simétricas como el cubo, 2) todas las teselas son congruentes entre sí, 3) las simetrías de la teselación de cubos son también simetrías de estas teselaciones. En esta charla se abordarán a detalle estas tres teselaciones, y se mostrará una vistosa consecuencia de la propiedad, llamada "autodualidad", de la teselación de cubos.

**El planeta de los nudos.** (CDV)

*Luis Celso Chan Palomo* (chpalomo@ciencias.unam.mx)

La teoría de nudos es una rama de la geometría en tres dimensiones que investiga la manera en que una curva simple cerrada (nudo) vive en el espacio. En esta charla introductoria veremos de manera panorámica algunas de las ideas más básicas que los nudistas usan para estudiar y distinguir estas curvas. Cabe destacar que la charla se conducirá a través de muchos bellos y coloridos dibujos para ilustrar las ideas y no presupone conocimientos previos.

**Un teorema llamado deseo.** (CDV)

*Eduardo Saenz de Cabezón Irigaray* (eduardo.saenz-de-cabazon@unirioja.es)

Sexo, chocolate y matemáticas son los tres pilares en los que se sustenta nuestro deseo ¿o no? ¿quizá hay alguno más? ¿seguro las matemáticas también? En esta charla abordaremos la ciencia, las matemáticas, desde el punto de vista del deleite. Están aseguradas la diversión, la sorpresa, y ¿por qué no? el aprendizaje de conceptos científicos y matemáticos. Hagamos del deseo también un lugar para la comunicación científica.

**Grafos que modelan la mente humana.** (CDV)

*Claudio Nebbia Rubio* (clausnebbia@gmail.com)

La mente aprende de formas diversas, pero si nos centramos en el aprendizaje que podemos verbalizar aparece un actor central, el SÍMBOLO. Los símbolos son cosas en nuestra mente, y cada cosa nos evocan otras más (Una manzana evoca el color rojo o la palabra fruta), formando de manera natural una red, o grafo dirigido. Hay numerosas teorías del aprendizaje que nos permiten darle estructura a este grafo. En esta plática veremos que tan profundo podemos ir dentro de esta poderosa idea, que matematiza la mente humana.

**Una arquitectura robótica híbrida con aprendizaje profundo.** (CDV)

*Verónica Esther Arriola Ríos* (v.arriola@ciencias.unam.mx)

En la Facultad de Ciencias estamos trabajando en la programación de robots móviles capaces de aprender de su entorno y planear acciones para realizar tareas. Para ello utilizamos una arquitectura híbrida, que combina técnicas tradicionales con bloques que utilizan aprendizaje profundo. El aprendizaje profundo se utiliza para crear un puente entre las señales sensoriales recibidas por el robot y las representaciones simbólicas de alto nivel de abstracción utilizadas en problemas de planeación. Aunque el trabajo aún está en desarrollo, se presentarán nuestros avances.

## Herramientas categóricas y reticulares para anillos y módulos

Coordinadores: José Ríos Montes, Luis Ángel Zaldívar Corichi, Martha Lizbeth Shaid Sandoval Miranda  
 Lugar: Salón 101-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>			
9:30–10:00					
10:00–10:30	RECESO	John Beachy			
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>	Jaime Castro			
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	S Lopez-Permouth	Mauricio G Medina			
12:00–12:30		Bertha Tome			
12:30–13:00	Alejandro Alvarado	Ma José Arroyo			
13:00–13:30	Rogelio Fernández	<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	Martha L Sandoval	Juan Orendain			
17:30–18:00	Lorena Morales				
18:00–18:30	J Patricio Sánchez				
18:30–19:00	Carlos Signoret				
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>	
19:30–20:00					

### Poor modules with no proper poor direct summands. (CI)

Sergio Lopez-Permouth, Rafail Alizade, Engin Buyukasik, Liu Yang (lopez@ohio.edu)

As a mean to provide intrinsic characterizations of poor modules, the notion of a pauper module is introduced. A module is a pauper if it is poor and has no proper poor direct summand. We show that not all rings have pauper modules and explore conditions on rings for the existence of such modules. In addition, we ponder the role of paupers in the characterization of poor modules over those rings that do have them. It is shown that the existence of paupers is equivalent to the Noetherian condition for rings with no middle class. As indecomposable poor modules are pauper, we study rings with no indecomposable right middle class (i.e. the ring whose indecomposable right modules are pauper or injective) and show that a commutative Noetherian ring  $R$  has no indecomposable middle class if and only if  $R = S \times T$ , with  $S$  semisimple Artinian and  $T$  a local ring whose unique maximal ideal is minimal. The structure of poor modules is completely determined over commutative hereditary Noetherian rings. Pauper Abelian groups with torsion-free rank one are fully characterized.

### Caracterizando anillos mediante el estudio de retículas de clases de módulos. (CI)

Alejandro Alvarado García, César Cejudo Castilla, Hugo Alberto Rincón Mejía, José Ríos Montes, Ivan Fernando Vilchis Montalvo, Manuel Gerardo Zorrilla Noriega (aga@ciencias.unam.mx)

En esta plática veremos como hemos estudiado, en los últimos años, algunas retículas de clases de módulos con ciertas propiedades de cerradura de manera que, ha sido posible caracterizar anillos para los que alguna de estas retículas satisfacen condiciones específicas o cuando se comparan dos o varias de ellas. En la plática se expondrán los resultados mas importantes que se han obtenido en los últimos diez años en varios artículos de investigación, incluyendo algunos que aún no se han publicado.

### Algunas herramientas para estudiar la retícula de prerradicales de un anillo. (CI)

Rogelio Fernández Alonso González (rfg@xanum.uam.mx)

Se explicarán los conceptos y propiedades básicas sobre prerradicales y se presentarán varios casos de anillos junto con propiedades de su correspondiente retícula de prerradicales, enfocándonos especialmente en la condición de ser o no un conjunto. En cada caso se mencionarán las herramientas utilizadas.

**Tendiendo un puente entre la Teoría de Representaciones y la Teoría de Prerradicales. (CI)**

Silvia Claudia 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 colaboración con los doctores Rogelio Fernández-Alonso González (UAM-Iztapalapa) y Jesús Efrén Pérez Terrazas (UADY) (véase [1]), en el que se busca establecer un vínculo entre dos nociones fundamentales dentro de la Teoría de Representaciones y la Teoría de Prerradicales, a saber, el tipo de representación de un álgebra y su retícula de prerradicales. Con base en algunos indicios, nuestra conjetura es que, para un álgebra de dimensión finita sobre un campo perfecto, las condiciones de ser de tipo de representación finito y ser  $p$ -pequeña (es decir, que la retícula de prerradicales sobre el álgebra se encuentre en correspondencia uno a uno con un conjunto) deberían ser equivalentes. En esta charla nos referiremos a algunas evidencias a favor de esta conjetura, así como a los escollos encontrados y los avances realizados en nuestro intento de probarla.

**Referencia:** [1] Fernández-Alonso, R., Pérez Terrazas J. E. y Gavito S. *On the connection between the representation type of an algebra and its lattice of preradicals*. Por aparecer en *Comm. Algebra* (2017).

**Marcos espaciales asociados a un módulo y la propiedad de sobriedad. (CI)**

Martha Lizbeth Shaid Sandoval Miranda, Mauricio Medina Barcenás, Lorena Morales Callejas, Ángel. Zaldívar Corichi (marlisha@gmail.com)

Dado  $R$  un anillo asociativo con  $1$ , consideraremos un  $R$ -módulo izquierdo  $M$  y estudiaremos algunos marcos asociados a este. Nos enfocaremos principalmente en aquellos que resulten ser espaciales; esto es, aquellos que resultan ser isomorfos al marco de abiertos de algún espacio topológico. Además, hablaremos sobre la propiedad de sobriedad; y en particular, caracterizaremos la sobriedad del espacio  $\text{Max}(M)$  en términos del espacio de puntos del marco de submódulos semiprimitivos de  $M$ .

**Referencias:** [1] M. Medina Barcenás, L. Morales Callejas, M. L. S. Sandoval Miranda, A. Zaldívar Corichi. *Attaching topological spaces to a module (I): Sobriety and spatial frames of submodules*. *J. Pure Appl. Algebr.* (aceptado). [2] Medina M., Sandoval L., Zaldívar A. *A generalization of quantales with applications to modules and rings*. *J. Pure Appl. Algebr.*, **220** (5), 1837–1857, (2015).

**Un marco espacial asociado a un módulo a partir de condiciones en anuladores. (CI)**

Lorena Morales Callejas, Mauricio Medina Barcenás, Martha Lizbeth Sandoval Miranda, Ángel Zaldívar Corichi (lore.m@ciencias.unam.mx)

Se construirá un marco asociado a un módulo a partir de condiciones dadas en sus anuladores. Este marco resulta ser espacial, es decir, que se comporta como una topología. Otra de sus características es que se puede obtener como los puntos fijos de un operador definido en la retícula de submódulos totalmente invariantes del módulo. Finalmente, se verá bajo qué condiciones dicho marco coincide con la retícula de submódulos totalmente invariantes.

 **$L_p$ -equivalencia comparada con la Morita equivalencia. (CI)**

José Patricio Sánchez Hernández, Hugo Alberto Rincón Mejía (something\_imaginefreedom@hotmail.com)

Consideremos a  $p$  un conjunto de símbolos que indican propiedades de cerradura tales como ser cerrado bajo submódulos, cocientes, extensiones, sumas directas, productos, cápsulas inyectivas y cubiertas proyectivas. Así, podemos asociar a un anillo  $R$  una retícula  $L_p(R)$  de clases de módulos tal que cada clase en la retícula es cerrada bajo las propiedades que indican los símbolos de  $p$ . Bican, Kepka y Nemeč definieron que dos anillos sean  $p$ -equivalentes si sus respectivas retículas de prerradicales son isomorfas. Además, compararon la equivalencia de Morita para anillos contra la  $p$ -equivalencia de anillos. En un intención similar, podemos definir que dos anillos  $R$  y  $S$  son  $L_p$ -equivalentes si  $L_p(R)$  y  $L_p(S)$  son isomorfas como retículas. Con tal definición en mente, la comparamos con la equivalencia de Morita. Además, usamos los campos como ejemplos para ver que tan parecidos son dos anillos  $L_p$ -equivalentes.

**La Retícula de clases aditivas y caracterizaciones de anillos. (CI)**

Carlos José E. Signoret Poillon, Sergio Zamora-Erazo (casi@xanum.uam.mx)

En esta plática presentaremos la gran retícula de clases aditivas en  $R\text{-Mod}$ , mostraremos varias de sus propiedades reticulares, así como ciertas relaciones con las clases de Serre y los filtros lineales. Usaremos la gran retícula de clases aditivas para proveer algunas caracterizaciones de anillos.

**Universal localization of piecewise Noetherian rings. (CI)**

John Beachy (johnbeachy@gmail.com)

Modeling the commutative case, the universal localization of a noncommutative ring  $R$  at a prime ideal  $P$  is the ring universal with respect to the property that modulo its Jacobson radical it is isomorphic to the classical ring of quotients of  $R/P$ . For Noetherian rings, the construction of the universal localization was given by P.M.Cohn in 1973, but the progress in understanding its applications has been slow. This talk will consider certain results that can be extended from Noetherian rings to the broader class of piecewise



Noetherian rings. (A ring is called piecewise Noetherian if it has a Noetherian spectrum and for each prime ideal  $P$  the set of  $P$ -primary left ideals satisfies the ascending chain condition).

**Algunos Aspectos de la topología de Zarisky.** (CI)

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

En esta plática usamos el producto de módulos definido por Bican para trabajar con el concepto ya conocido de módulo primo. Mencionaremos algunas de sus propiedades y con ésta herramienta en mano definiremos la topología de Zariski de un  $R$ -módulo multiplicación. Describiremos conjuntos compactos e irreducibles. También hacemos notar que cuando el anillo  $R$  tiene multiplicación conmutativa en ideales bilaterales (como en el caso de un  $V$ -anillo) y  $M$  es un  $R$ -módulo multiplicación tal que es fiel y  $QM$  es distinto de  $M$  para todo ideal  $Q$  bilateral máximo, entonces hay una correspondencia biyectiva entre los ideales primos de  $R$  y los submódulos primos de  $M$ . Con este hecho probamos que para un anillo conmutativo  $R$  y un  $R$ -módulo multiplicación  $M$  (fiel). Son equivalentes 1)  $R$  tiene dimensión clásica de Krull 2)  $M$  tiene dimensión clásica de Krull y en este caso son iguales.

**Modulos semi-hereditarios.** (CI)

*Mauricio Gabriel Medina Barcenas, Gangyong Lee (mauricio\_g\_mb@yahoo.com.mx)*

En el 2010 se introduce el concepto de módulo de Rickart como una generalización de anillo de Rickart. Un anillo (semi)hereditario puede ser caracterizado como un anillo en el que todo módulo proyectivo (fin. gen) es Rickart. Inspirados por esta caracterización se introduce el concepto de módulo (semi)hereditario que generaliza aquel de anillo (semi)hereditario. En esta plática se darán ejemplos y propiedades básicas de los módulos (semi)hereditarios, así como la relación con su anillo de endomorfismos.

**La dimensión de cotipo y las condiciones de cadena de cotipo.** (CI)

*Bertha Tome, Alejandro Alvarado, Hugo Rincón, José Ríos (bertha.m.tome@gmail.com)*

Generalizamos resultados previos sobre la dimensión de cotipo de módulos ampliamente suplementados a módulos arbitrarios para poder definir las condiciones ascendente y descendente de cotipo. Usamos estas para determinar cuándo la retícula de clases conaturales es atómica con un número finito de átomos. Finalmente, probamos que cada módulo proyectivo semiperfecto no cosingular es una suma directa de módulos  $q$ -atómicos coortogonales por pares si y sólo si también lo es cada CTS-módulo, semiperfecto no cosingular con (CT3).

**Encontrando similitudes en estructuras algebraicas.** (CI)

*María José Arroyo Paniagua, A. Facchini (mariajose.mja@gmail.com)*

Se presentan resultados concernientes sobre la validez de una forma débil del Teorema de Krull-Schmidt concernientes al comportamiento de descomposiciones de productos directos en la Categoría de los  $G$ -grupos.

**The idiomatic content of module theory: Some uses** (CI)

*Luis Angel Zaldivar Corichi (fzaldivar55@gmail.com)*

Idioms, upper-continuous modular lattices are in somehow the order analogy of module theory, in fact the point-free theory of idioms (inflators and nuclei) can be applied to module categories as a localizations gadgets, that is to say, the nuclei on the idiom of left ideals of a ring controls the localizations of the module category, thus many situations of idioms (and frames) have an theoretic impact in the study of ring theory and module theory. This time we will see the boolean and spatial aspects of this theory and how these are related with the behaviour of the module category (and the ring) in play.

**Sobre el problema de existencia de equivariantizaciones coherentes en categorías de 2-morfismos sobre álgebras complejas y álgebras de von Neumann.** (CI)

*Juan Orendain (orendain@ciencias.unam.mx)*

Estudiamos el problema de existencia de equivariantizaciones coherentes en categorías de morfismos entre representaciones de diferentes tipos de objetos algebraicos. Comparamos, en particular el problema de existencia de interiorizaciones de la bicategoría decorada de álgebras complejas con el problema de existencia de interiorizaciones de la bicategoría de álgebras de von Neumann, decorada por la categoría de morfismos normales.



## Homenaje a Francisco "Fico" González Acuña en su 75 aniversario

Coordinadores: Enrique Ramírez Losada, Mario Eudave

Auditorio Carlos Graef, Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Mario Eudave Muñoz Max Neumann Coto José Antonio Seade S López de Medrano J C Gómez-Larrañaga		
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>				
12:00–12:30					
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			<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					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### El trabajo matemático de Fico González Acuña. (CDV)

Mario Eudave Muñoz (mario@matem.unam.mx)

En esta plática daremos un panorama de las mejores contribuciones matemáticas que ha hecho Fico González Acuña en sus más de cincuenta años de carrera científica.

### Un teorema de Fico. (CI)

Max Neumann Coto (max.neumann@im.unam.mx)

Platicare brevemente de un teorema de Francisco Gonzalez Acuña.

### Fico, nudos y variedades. (CDV)

José Antonio Seade Kuri (jseade@im.unam.mx)

Hablaré sobre cierto tipo de nudos en dimensiones altas y temas relacionados de los que mucho he aprendido de Fico.

### Fico: mi amigo desde 1962. (CI)

Santiago López de Medrano Sánchez (santiago@im.unam.mx)

Quizás nos vimos alguna vez en 1961, pero fue a partir del año siguiente que empecé a tener a Fico como compañero de clase. En la plática recordaré algunas de las sorprendentes características de Fico que fui descubriendo con el paso del tiempo y recordaré también cómo me ha ayudado en mi trabajo matemático.

**Fico: Nuestro Maestro y Ejemplo.** (CDV)  
*José Carlos Gómez Larrañaga* (jcarlos@cimat.mx)

Platicaré sobre mi interrelación con nuestro Maestro Fico desde 1970 y cómo él construyó el Grupo de Variedades de Dimensión Baja Mexicano.

---

## Homenaje a Santiago López de Medrano por sus 75 años

Coordinadores: Óscar Palmas, Vinicio Gómez Gutiérrez

Auditorio Carlos Graef, Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>		José Antonio Seade Alberto Verjovsky Solá Francisco González Acuña Enrique Javier Elizondo Miguel Lara Aparicio Javier Fernández García	
9:30–10:00					
10:00–10:30					
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>				
11:00–11:30					
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>				
12:00–12:30					
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					
17:00–17:30			<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
17:30–18:00					
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### De Siegel a Milnor pasando por Santiago. (CI)

José Antonio Seade Kuri (jseade@im.unam.mx)

Hace más de 3 décadas Santiago López de Medrano comenzó el estudio de la topología de ciertos espacios (variedades) asociados a ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. La condición era que esas ecuaciones estuvieran en lo que se conoce como “el dominio de Siegel”. Los trabajos de Santiago al respecto abrieron un horizonte fascinante, en el cual él mismo, junto con otros autores, ha seguido trabajando. Yo hablaré de cómo estos trabajos de Santiago llevaron también a abrir una línea de investigación en otra dirección, en teoría de singularidades, relacionada con trabajos clásicos de John Milnor.

### Colaboración con Santiago. (CDV)

Alberto Verjovsky Solá (alberto@matcuer.unam.mx)

En esta plática daré algunos detalles sobre la investigación realizada por Santiago, en particular hablaré sobre nuestra colaboración durante 50 años, con énfasis en la construcción de variedades complejas.

### Santiago y una preguntita. (CDV)

Francisco González Acuña (ficomx@yahoo.com.mx)

En esta plática hablaré sobre Santiago y sobre la cuestión siguiente: “¿Puedes sumergir  $K^2$  (Klein) en  $P^3$  (Proyectivo)?” Contaré un pedacito de la historia que nos llevó a esta pregunta, y, también, algo sobre la respuesta.

**La importancia de Santiago en mi vida académica.** (CDV)*Enrique Javier Elizondo Huerta (javier@im.unam.mx)*

Trataré de explicar brevemente la influencia que tuvo y tiene Santiago en mi vida académica. Durante toda mi formación ha sido una figura importante de gran influencia y ayuda para mi formación como investigador. Espero poder explicar cómo ha sido este devenir de mi relación, tanto académica como personal, con él.

**Sobre algunas actividades de Santiago.** (CDV)*Miguel Lara Aparicio (laraapariciomiguel@gmail.com)*

He tenido la fortuna de conocer y tratar a Santiago desde hace muchos años, lo que me ha ayudado a formarme una imagen fiel de su admirable trayectoria académica y de su gran personalidad. Toda persona interesada en las matemáticas y que conoce a Santiago, puede constatar sus grandes logros en el campo de las matemáticas, ya sea puras o aplicadas, lo que incluye la enseñanza y la difusión de las mismas. En todas estas ramas de las matemáticas la labor desarrollada por Santiago ha sido fundamental. En mi intervención haré énfasis en las dos últimas ramas mencionadas en el párrafo anterior, ya que me parece que tanto Pepe como Javier y Alberto abordarán principalmente, la parte de sus investigaciones de lo que podríamos llamar "matemáticas puras". Así mismo pretendo dar una idea sobre su espíritu de benevolencia hacia sus congéneres y su apoyo a causas sociales justas, de las que yo creo abundará Javier Fernández, todo lo cual hace de Santiago un ser humano excepcional.

**Imágenes de Santiago.** (CDV)*Javier Fernández García (jafer01@ciencias.unam.mx)*

Santiago visto desde otros ángulos...

---

## Matemáticas en la calle

Coordinadores: Lucía López de Medrano, María de la Paz Álvarez, Natalia Jonard Pérez

### Artemat.

Explanada del Museo Universitario Arte Contemporáneo (MUAC), UNAM.

Fecha	Horario
<b>Viernes 20</b>	15:00 a 17:30 hrs.
<b>Sabado 21</b>	12:00 a 17:30 hrs.
<b>Domingo 22</b>	12:00 a 17:30 hrs.

### Círculos Matemáticos. “Enredos Racionales”.

Explanada del Museo Universitario Arte Contemporáneo (MUAC), UNAM.

Fecha	Horario
<b>Domingo 22</b>	11:30 a 17:30 hrs.

### Charla al aire libre de Eduardo Sáenz de Cabezón.

“Bienvenidos a la República independiente de la Matemáticas”.

Explanada del Museo Universitario Arte Contemporáneo (MUAC), UNAM.

Fecha	Horario
<b>Domingo 22</b>	18:00 hrs.





## Matemáticos en la Industria Mexicana

Coordinadores: Claudia Marlene De la Cruz Torres, Giovana Ortigoza Álvarez  
Salón 102-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>	Javier Moreno		
9:30–10:00			Héctor M Garduño		
10:00–10:30	<b>RECESO</b>		Miguel Mata Pérez		
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>		Mario Xavier Canche		
11:00–11:30		<b>RECESO</b>			
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>		Giovana Ortigoza		
12:00–12:30			<b>MESA REDONDA</b>		
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					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### Matemáticos en la Industria Mexicana. (CDV)

Javier Moreno Ortiz (jmorenoo@pringsa.com)

Cirsa México es una empresa de juego, ocio y entretenimiento. Es una empresa internacional con 20 casinos distribuidos en distintos Estados de la República Mexicana. En total hay 5,870 máquinas que diariamente son analizadas desde el corporativo utilizando varios programas que son propiedad de la empresa. Dichas herramientas nos permite revisar que las máquinas funcionen correctamente, es decir que no se esté cometiendo fraude. La necesidad que se tuvo de contratar una persona con perfil de matemático/actuario es debido a que los fraudes que se cometían en la empresa requerían de un análisis más complejo y se tenían que analizar volúmenes grandes de datos. También se requería tomar decisiones en el momento, para evitar pérdida de dinero.

### Importancia de técnicas y modelos matemáticos en análisis de seguridad y delincuencia. (CDV)

Héctor Manuel Garduño Castañeda (hmgc.math@hotmail.com)

El uso de métodos matemáticos para la medición del delito comienza formalmente a mediados del siglo pasado en Inglaterra debido a la preocupación por saber realmente la situación de seguridad en ese país, seguidamente de EEUU en los años setenta. Hasta hace 10 años, los líderes en el uso de estas técnicas siguieron siendo ambas naciones, hasta que el INEGI decide crear un órgano interno especializado en desarrollar metodología propia con el mismo fin. Desde entonces, muchos matemáticos mexicanos han establecido nuevos estándares en la generación de modelos y técnicas matemáticas para medir la victimización y delincuencia en México, llegando a ser este equipo actualmente uno de los tres mejores a nivel mundial junto con las naciones precursoras. En esta charla hablaremos la importancia de la aplicación de la Matemática a este tipo de problemas y se describirán las técnicas más usuales.

### Además de teoremas, ¿qué más puede hacer un matemático?: optimización en una empresa real. (CDV)

Miguel Mata Pérez (miguel.matapr@uanl.edu.mx)

Las matemáticas aplicadas han demostrado ser una herramienta determinante en la optimización de procesos. En esta plática se presenta el caso de una comercializadora de alimentos localizada en el sureste de México. La empresa contaba con un proceso de abastecimiento basado en la experiencia: iniciaba cada periodo con un exceso de inventario, lo que provocaba saturación de productos,

daño de mercancías y altos costos de almacenaje; en contraparte, al final del periodo se solía presentar desabasto en varios de sus productos lo cual implicaba un deficiente nivel de servicio a sus clientes. La empresa mejoró radicalmente sus costos y niveles de servicio mediante la aplicación de modelos matemáticos de análisis, predicción y optimización. Se presentan la problemática, las matemáticas y los resultados de la implementación, así como algunas lecciones aprendidas por un matemático en el proceso de colaboración con la industria.

### ¿Cuántas matemáticas necesitas para diseñar un billete? (CDV)

*Mario Xavier Canche Uc (mario.canche@cimat.mx)*

¿Alguna vez te has preguntado cómo llegan los billetes y las monedas a tus manos, para que gastes en lo que quieras y pagues lo que vale? El Banco de México es la única institución en el país que puede emitir los billetes y las monedas que usas todos los días. ¿Pero cómo decide el Banco cuántos emitir y en qué denominaciones? El Banco toma en consideración dos elementos: el cambio en la demanda de efectivo de la gente, y el reemplazo de los billetes y monedas que ya no se pueden usar por estar deteriorados. A fin de año, por ejemplo, la gente gasta más, y la demanda de efectivo es mayor, igual que en Semana Santa, y créelo o no, en cualquier fin de semana. Como ves, el Banco de México se encarga de que haya suficientes billetes y monedas, en las denominaciones que requieras, a lo largo y ancho del territorio. Además, para el diseño y producción de los billetes y monedas, el Banco de México cuenta con especialistas para cada tarea específica de la fabricación, desde diseñadores, ingenieros químicos, ingenieros de calidad, físicos e incluso matemáticos. ¿Qué hace un Matemático en el Banco de México? Geometría, Estadística, Inteligencia Artificial, Visión Computacional y Big Data están involucrados. Obviamente la economía y las finanzas tienen su lugar en alguna parte de la banca central, pero la parte más divertida la encontraras en el diseño de cada billete y su combinación con estructuras matemáticas que son usadas como elementos de seguridad y que vuelven más complicado el proceso de falsificación.

### Rompiendo estereotipos: ¿Matemáticas en Recursos Humanos? (CDV)

*Giovana Ortigoza Álvarez (gortigoza27@gmail.com)*

La difusión matemática va tomando auge en la sociedad mexicana y poco a poco se reconoce la necesidad de capital humano proveniente de las ciencias exactas, pero, ¿Realmente la industria privada tiene real conocimiento del trabajo y aportaciones que puede generar un perfil matemático dentro de una empresa? o al revés ¿Un alumno de matemáticas tiene idea de lo que puede aportar a una empresa que no sea una institución pública donde sea evidente el uso de las matemáticas? Esta charla mostrará la experiencia adquirida del sector recursos humanos y lo que puede llegar a hacer un matemático así como algunas reflexiones que intentan responder a las cuestiones mencionadas anteriormente.

### MESA REDONDA. Mitos y realidades de los matemáticos en la industria mexicana. (CP)

*Gilberto Calvillo Vives, Edgar Possani Espinosa, Luis Manuel Díaz Meza (calvillogv@gmail.com, epossani@itam.mx, luisdiaz@matem.unam.mx)*

Una idea que tiene la mayoría de los mexicanos al mencionar la palabra matemáticas es que es una materia complicada. Otra típica nace al preguntar sobre lo que piensan acerca de ¿A qué se puede dedicar una persona que estudia matemáticas? Lo primero que contestarán es: se dedicará a dar clases. En esta mesa redonda discutiremos en torno a este tema. El papel actual que tiene un matemático en México aún no se ha explorado por completo pero podría interesarse más la sociedad en esta área si se difundieran las ventajas y alcance de aplicabilidad. La academia no es la única opción en la que se puede desarrollar un matemático. El otro lado de la moneda es saber que se menciona durante la carrera. Siempre se habla de seguir trabajando en la línea de investigación que te llamo la atención o de trabajar como docente de las matemáticas y cuando se aborda el tema trabajar en la industria se hace referencia a la estadística aplicada o a lugares como "Bancos, INEGI, Programación, Plazas en gobierno federal", pero, ¿Existen más campos que nos pueden proveer de vacantes para matemáticos y que no se relacionen solo con el sector público? ¿Por qué considerar trabajar en la industria? ¿En qué trabajan? ¿Qué áreas estudiar? ¿En dónde los solicitan? ¿Qué tan difícil es el cambio de la universidad al área laboral para un matemático? ¿Qué hay con la ética para un matemático? Los participantes de esta mesa redonda nos compartirán su experiencia en la industria dando sus puntos de vista al respecto e intentaran con ello dar respuesta a estas cuestiones

## Matemáticas, Multitudes y Muchedumbres

Coordinadores: María de la Paz Álvarez, Natalia Jonard Pérez

Auditorio Alfonso Nápoles Gándara, Instituto de Matemáticas, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes					
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>								
9:30–10:00										
10:00–10:30	RECESO	Jorge X Velasco								
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>									
11:00–11:30										
11:30–12:00	TRASLADO	Carlos Gershenson	<b>RECESO</b>							
12:00–12:30										
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							Bibiana Obregón	<b>TARDE LIBRE</b>		
17:00–17:30										
17:30–18:00		Claudia Campero	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>						
18:00–18:30										
18:30–19:00										
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>					
19:30–20:00										

### Zombies: una vista a la epidemiología de la infección. (CDV)

Jorge X Velasco Hernández (jx.velasco@gmail.com)

Los zombies son populares, aparecen donde quiera y transmiten una grave infección generalmente a través de mordidas de individuos infecciosos. Si bien los zombies pueden deambular por los campos y desiertos, según muestran varias películas, la generación del primer brote está correlacionada con ámbitos urbanos donde la densidad poblacional permite una eficaz transmisión del germen causante. Se han reportado varios tipos de zombies pero, en esta plática, aunque glosaremos brevemente sobre investigaciones previas a este respecto, nos concentraremos en la dinámica poblacional de la enfermedad construyendo, para ello, modelos matemáticos. Construiremos modelos posibles, trataremos de estimar el número reproductivo y otros parámetros de interés epidemiológico para estimar la plausibilidad de su control si un brote surgiera en CU. Esta charla se inspira sobre un trabajo pionero de Tara Smith (KSU) y Robert Smith (UOttawa).

### Enfrentando la complejidad de la movilidad urbana. (CDV)

Carlos Gershenson García (cgg@unam.mx)

Los problemas de movilidad urbana nos afectan a todos. Si no hacemos nada, seguirán empeorando. Tiempos de traslado, contaminación, pérdidas económicas, impacto a la salud: todos reducen nuestra calidad de vida. ¿Cómo es que no hemos podido mejorar la movilidad más rápido de lo que empeora? Mi respuesta es: porque no hemos comprendido la complejidad de la movilidad. Usamos técnicas tradicionales, las cuales son adecuadas sólo para problemas “estacionarios”. Pero las interacciones inherentes a la complejidad de la movilidad urbana generan cambio impredecible, que llevan a problemas “no estacionarios”. ¿Cómo enfrentar esta complejidad? Con adaptación. Esta puede lograrse por medio de la auto-organización. Presentaré dos ejemplos: en la coordinación de semáforos y en regulación de transporte público.

### Las redes sociales y la influencia entre grupos de amigos. (CDV)

Bibiana Obregón Quintana (bobregon@ciencias.unam.mx)

En la actualidad, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación permite que personas mantengan contacto permanente sin importar la ubicación geográfica. Sin embargo, este aparente exceso de comunicación puede llevar a conclusiones muchas veces

erróneas sobre el nivel de la intensidad en los lazos de amistad que van desde conocidos hasta amigos cercanos. En esta plática veremos cómo y de quién recibimos influencia en nuestra vida diaria, así como con cuántos amigos formamos una relación social estable.

**Cómo cambiar el rumbo del agua en la Ciudad de México.** (CDV)

*Claudia Campero Arena* (claucampero@yahoo.com)

Es de lo más conocido que en la ciudad de México hay un grave problema de agua. Sin embargo, cómo definimos este problema y cuáles son las soluciones adecuadas para atenderlo es un asunto polémico. Hay quienes consideran que los problemas actuales se pueden atender profundizando el modelo gestión del agua que hasta ahora ha regido en la ciudad. Otras personas argumentamos que es urgente cambiar el rumbo para acercarnos a soluciones sustentables y justas. Se discutirá cómo se ha provocado la crisis del agua en la ciudad, la fuerte inequidad que sufren sus habitantes y las inercias que obstaculizan propuestas de cambio.

---

## Miscelánea Matemática

Coordinador: Ana Meda Guardiola

Conferencias impartidas en los salones correspondientes a cada una de las áreas.

### CONJUNTOS NO MEDIBLES

(Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Análisis)

*Guillermo Grabinsky Steider*

Lunes 23, 12:00-13:00 Hrs.

Se presentarán ejemplos sorprendentes de subconjuntos no medibles y algunos métodos para construirlos.

### EL PAPEL DE LOS CAMPOS CICLOTÓMICOS EN LA TEORÍA DE NÚMEROS

(Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Teoría de Números)

*Gabriel Daniel Villa Salvador*

Lunes 23, 16:30- 17:30 Hrs.

Un campo ciclotómico es el campo que contiene a todas las raíces del polinomio racional  $x^n - 1$  con  $n$  un número natural. Por inocente que parezca esta ecuación y sus campos de descomposición, es decir, los campos ciclotómicos, son culpables en gran parte de la llamada teoría de campos de clase, las extensiones abelianas de los números racionales, de la obtención de los primos que aparecen en las progresiones aritméticas, están relacionados con el último teorema de Fermat, de que algunos de nosotros tengamos trabajo, etc. Más precisamente, estos campos son los culpables de la demostración de los primeros casos del famoso último teorema de Fermat. Nos dice por que existen una infinidad de números primos distintos en progresiones aritméticas del tipo  $a + bn$ , con  $a, b$  números naturales primos relativos dados y  $n$  recorre el conjunto de los números primos (Teorema de Dirichlet), nos describe como son todas las extensiones abelianas de  $\mathbb{Q}$ , el campo de los números racionales (Teorema de Kronecker–Weber) y muchas otras cosas más. En esta plática estudiaremos como se presentan algunos de los hechos que se mencionan en el párrafo anterior, y describiremos algunas de las propiedades de estos campos.

### ¿QUÉ ES LA GEOMETRÍA ALGEBRAICA?

(Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Geometría Algebraica)

*Laura Hidalgo Solís*

Lunes 23, 16:30-17:30 Hrs.

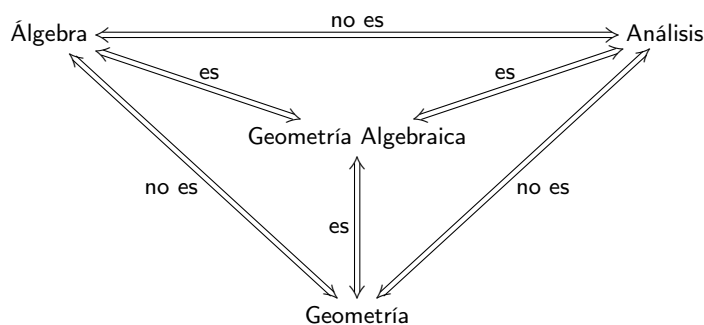
La geometría algebraica clásica se ocupa de problemas planteables en términos de figuras asociadas a ecuaciones polinómicas. Los primeros ejemplos que tenemos son los puntos, las rectas, los planos, las cónicas, y las superficies cuadráticas en el espacio.

El caso de los polinomios lineales es particularmente sencilla su geometría. Son objetos perfectamente homogéneos, es imposible distinguir intrínsecamente unos puntos de otros. Pero, si consideramos ecuaciones de segundo grado aparecen nuevos fenómenos, por ejemplo, la superficie asociada a la ecuación  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$  es una esfera, nuevamente un espacio que es homogéneo, no podemos distinguir unos puntos de otros.

Pero si consideramos la superficie asociada al polinomio  $x^2 + y^2 - z^2 = 0$  obtenemos un cono cuya base es una circunferencia. El cono tiene un punto que se distingue de todos los demás, el vértice de coordenadas  $x = y = z = 0$  es lo que llamamos un *punto singular*.

La aparición de los puntos singulares aludidos anteriormente es uno de los ingredientes que motivan la introducción de métodos específicos y que justifican el apellido “algebraica”, y es quizá una de las principales causas por la que la geometría algebraica llega a constituirse en una especialidad con nombre propio, interaccionando a continuación de forma intensa con el resto de las matemáticas.

Una peculiaridad del ejemplo anterior es que de un objeto algebraico, a saber un polinomio, obtenemos un objeto geométrico asociado, el cono. Al determinar si hay puntos especiales en el cono utilizamos herramientas analíticas, presentándose la trilogía



Y podemos plantearnos ¿Qué sucede si el grado del polinomio homogéneo aumenta? ¿Qué sucede si intersecamos o unimos dos, o más, de estos conjuntos? ¿Qué propiedades generales se satisfacen? ¿Cómo se clasifican?

En la presente plática presentaremos algunos ejemplos en que se responde, al menos parcialmente, a dichas preguntas.

## LA BODA

(Conferencia invitada de Miscelánea Matemática en Matemática Discreta)

*Criel Merino López*

**Miércoles 25, 12:00-13:00 Hrs.**

Las Matemáticas Discretas cruzan a lo largo la vida cotidiana. En esta plática partiremos de un ejemplo trillado y cursi: una pareja enamorada y llena de ilusiones toma la decisión de casarse y tener una gran boda. Hasta ahora la pareja ha recibido la ayuda de las Matemáticas. El teorema de Philip Hall apaciguo en cada uno el miedo natural a una existencia solitaria. Aún más, gracias al algoritmo Gale-Shaples, tienen la posibilidad de un comienzo estable en su matrimonio. Pero organizar una boda no es asunto sencillo. Escoger un lugar para el evento, el pastel, los arreglos, la lista de invitados... ¡los invitados!. Las suegras no se pueden ver ni en pintura, hay un tío borracho y pendenciero, varios extranjeros, amigas entrañables y enemigos jurados. ¿Cómo acomodar tan diverso grupo en el salón del evento, todo considerando el costo y sin ofender la etiqueta asociada a esta ocasión?

## POLINOMIOS DE SCHUR Y SOLUCIONES BÁSICAS DE LAS RECURRENCIAS LINEALES

(Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Álgebra)

*Egor Maximenko*

**Miércoles 25, 11:30-12-30 Hrs.**

En esta plática de divulgación mostraremos cómo expresar la solución de las recurrencias lineales homogéneas con coeficientes constantes en términos de los polinomios de Schur y de las condiciones iniciales. En la primera parte de la plática introduciremos el concepto de polinomios simétricos de varias variables; en particular, daremos a conocer los polinomios elementales simétricos (que surgen de manera natural en las fórmulas de Vieta) y los polinomios homogéneos completos. Luego definiremos los polinomios de Schur como cocientes de ciertos determinantes (a saber, el determinante generalizado de Vandermonde y el determinante de Vandermonde) y mencionaremos la conexión de estos polinomios con polinomios simétricos elementales y completos. Los polinomios de Schur pueden ser expresados como sumas de monomios que corresponden a ciertas tablas de Young. Estos polinomios forman una base del espacio vectorial de polinomios simétricos. En la segunda parte de la plática pasaremos al estudio de recurrencias lineales. Recordaremos la sucesión de Fibonacci y otras sucesiones clásicas, luego consideraremos la recurrencia lineal en la forma general. En un sistema de ecuaciones de la forma

$$x_k + a_1 x_{k-1} + \dots + a_d x_{k-d} = 0,$$

donde  $a_1, \dots, a_d$  son algunos números dados y  $(x_k)_{k=0}^{\infty}$  es la sucesión incógnita. El polinomio característico de esta recurrencia lineal se define como

$$t^d + a_1 t^{d-1} + \dots + a_d t^0.$$

Se sabe que si el polinomio característico tiene  $d$  raíces diferentes  $z_1, \dots, z_d$ , entonces la solución general de la recurrencia lineal puede escribirse como combinación lineal de progresiones geométricas  $C_1 z_1^k + \dots + C_d z_d^k$ , donde los coeficientes  $C_1, \dots, C_d$  se determinan por las condiciones iniciales. Consideraremos un caso particular cuando las condiciones iniciales son del tipo "delta de Kronecker", esto es, entre los valores iniciales hay un 1 y los demás son 0. Las soluciones correspondientes, que pueden llamarse las soluciones básicas, por las fórmulas de Cramer pueden escribirse como sucesiones de polinomios de Schur. Finalmente, la solución general de la recurrencia lineal será escrita en un forma muy explícita y concisa, como una suma de las condiciones iniciales multiplicadas por ciertos

---

polinomios de Schur. Este estudio está basado en trabajos de William F. Trench y de Alain Lascoix, y fue parcialmente apoyado por el proyecto de investigación IPN-SIP 20170660.

### ¿QUÉ PEDIRLE A LA PSEUDO-INDEPENDENCIA?

(Conferencia Invitada de Miscelánea Matemática en Probabilidad)

*Alin Andrei Carsteanu*

**Jueves 26, 10:00-11:00 Hrs.**

A partir de la definición de independencia de variables aleatorias, se presenta la noción de pseudo-independencia y algunas propiedades estadísticas que la fundamentan. El enfoque principal de la presentación está dirigido hacia varias propiedades de los sistemas dinámicos discretos, las cuales se usan para alcanzar las estadísticas deseables para la pseudo-independencia.

---





## Presentación de libros

Coordinador: Mucuy-kak Guevara

Aula Leonila Vázquez, Edificio Amoxcalli, Facultad de Ciencias, UNAM

## Martes 24 de Octubre.

Horario	Título	Ponente
10:00–10:30	Matemática del crecimiento orgánico; De la alomaría al crecimiento estacional.	José Luis Gutiérrez Sánchez Coautor: Faustino Sánchez Garduño
10:30–11:00	Topología General.	René Benítez López. Coautor: Richard Wilson
11:30–12:00	Curso Introductorio de Álgebra I.	Gabriela Campero Arenas. Coautor: Diana Avella Alaminos
12:00–12:30	Un acercamiento a los fundamentos del cálculo. El infinito y los números reales.	Javier Fernández García



## SMM en Bachillerato

Coordinadores: Gina Marmolejo, Manuel Jesús Falconi Magaña

## Lunes 23 de Octubre.

Taller de Matemáticas, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
16:30–18:30	Taller: Papiroflexia	María del Rocío Rojas Monroy Olga Rivera Bobadilla José Adrián Gallardo Quiroz Saúl Díaz Alvarado Alejandro Contreras Balbuena Gustavo Montaña Bermúdez	Ver resumen <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> En este taller se pretende que los participantes realicen experiencias, construyendo objetos del espacio mediante papiroflexia, como auxiliar en el proceso de enseñanza aprendizaje, para descubrir propiedades de los poliedros regulares como son número de vértices, número de aristas, número de caras, forma de las caras y grado de los vértices. Durante el taller los participantes aprenderán módulos de papiroflexia y conceptos de teoría de gráficas como son: gráficas planas, coloración de aristas y coloración de vértices.

## Martes 24 de Octubre.

Patio del Edificio Tlahuizcalpan, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título
10:00–11:00	Exposición Robótica.
11:30–13:00	

## Martes 24 de Octubre.

Taller de Matemáticas, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
16:30–18:30	Círculos Matemáticos	Amanda Katherine Serenevy	Resumen pendiente

## Jueves 26 de Octubre.

Auditorio Alberto Barajas Celis, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
9:00–11:00	De las matemáticas y la Física de bachillerato a la experimentación con satélites educativos	Felipe Leonardo Valero Delgado	Resumen pendiente

## Lunes 23 – Jueves 26 de Octubre.

Taller de Matemáticas de la Facultad de Ciencias, UNAM

Título
Fractales, exposición de matemáticas sorprendentes



## Teoría de Lie y sus aplicaciones

Coordinadores: Ma. Isabel Hernández, Matthew Dawson

Salón 101-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>		Raúl Quiroga	Armando Sánchez
9:30–10:00				Fco Gabriel Hernández	Manuel Sedano
10:00–10:30	RECESO			Emilio Salcedo	Carlos González
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>			<b>RECESO</b>	
11:00–11:30					
11:30–12:00	TRASLADO			Óscar Fco Guajardo	Rosendo García
12:00–12:30				Gregor Weingart	Gil Salgado
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				Javier E Sáenz	
17:00–17:30				E Vanney Roblero	
17:30–18:00			<b>TARDE LIBRE</b>	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### Teoría de representaciones y operadores de Toeplitz. (CI)

Raúl Quiroga Barranco (quiroga@cimat.mx)

Sea  $D$  un dominio simétrico acotado y  $G$  su grupo de biholomorfismos. Con estos datos podemos considerar dos líneas de estudio dentro de análisis. En primer lugar, sobre  $D$  se cuenta con espacios de funciones holomorfas cuadrado integrables (respecto de la medida de Lebesgue o de medidas obtenidas mediante un peso). Estos forman un espacio cerrado del correspondiente espacio de Hilbert de todas las funciones cuadrado integrables. Tales espacios de funciones holomorfas se conocen como espacios de Bergman y soportan los llamados operadores de Toeplitz. Estos últimos se definen como la multiplicación de una función medible acotada (símbolo) seguida de la proyección ortogonal al espacio de Bergman. A pesar de la complejidad de tales operadores respecto de sus símbolos, desde hace algunas décadas se sabe de la existencia de  $C^*$ -álgebras conmutativas no triviales generadas por operadores de Toeplitz. Por otro lado, el grupo  $G$  posee representaciones unitarias sobre los espacios de Bergman que de hecho definen representaciones irreducibles originalmente estudiadas por Harish-Chandra. Además es bien sabido que para ciertos subgrupos  $H$  de  $G$  es posible exhibir la descomposición como integral de directa de irreducibles de la restricción de la representación de  $G$  a  $H$ . En algunos casos notables tales restricciones son libres de multiplicidad respecto de sus componentes irreducibles. En esta plátca describiremos los anteriores ingredientes y veremos que están fuertemente relacionados.

### Un panorama de la teoría de Representaciones de Grupos de Lie. (CDV)

Francisco Gabriel Hernández Zamora (paco zam@msn.com)

En esta charla panorámica se revisarán los conceptos y construcciones principales en la teoría de representaciones de grupos de Lie en espacios vectoriales, con particular énfasis en las representaciones unitarias irreducibles y sus propiedades de clasificación.

### Variedades C-Kähler. (CI)

Emilio Salcedo Martínez, Raúl Quiroga-Barranco (emiliosm@cimat.mx)

Se conoce muy bien la teoría básica de las variedades Hermitianas, que a grandes rasgos son variedades con estructura casi compleja y una métrica Riemanniana con cierta compatibilidad. Hay un subconjunto de ellas, las variedades Kähler, las cuales tienen una

estructura adicional. Se dará un breve repaso de este tipo de variedades. Sin embargo, en los grupos de Lie complejos surge, de manera natural via la forma de Killing, una estructura la cual llamaremos "métrica Riemanniana compleja" que difiere de las variedades Hermitianas. Con esta motivación se define en general una métrica Riemanniana compleja en variedades casi complejas. En este orden de ideas, se define también una estructura que llamaremos C-Kähler. La importancia de esta nueva estructura es que repercute en el programa de Zimmer.

#### Superejemplos. (CI)

*Oscar Francisco Guajardo Garza, Gregor Weingart (oscar.t.po@gmail.com)*

En base a trabajos anteriores presentaré ejemplos muy concretos y explícitos de supergrupos de Lie construidos a partir del corchete en la superálgebra de Lie asociada.

#### Espacios supersimétricos. (CI)

*Gregor Weingart, Óscar Francisco Guajardo Garza (gw@matcuer.unam.mx)*

Clásicamente un espacio simétrico es una variedad con una operación binaria suave que satisface tres axiomas categóricos similar a los axiomas de un grupo y un axioma adicional por el diferencial de la operación binaria. Estos axiomas implican la existencia de una conexión canónica libre de torsión en el haz tangente, la llamada conexión de Loos, que relaciona la operación binaria con la reflexión geodésica en los puntos de la variedad. En la plática daré un bosquejo de cuatro diferentes construcciones de la conexión de Loos, que he encontrado en el curso de varios años, con la idea de motivar el concepto de un haz vectorial simétrico sobre un espacio simétrico. El concepto de haces vectoriales simétricos nos permite de formular el axioma no categórico de un espacio simétrico en la categoría de supervariedades dando así origen al concepto de un espacio supersimétrico. La clasificación de los espacios supersimétricos involucra como en el caso clásico superálgebras de Lie dotadas con un automorfismo involutivo llamado la involución de Cartan.

#### Acciones isométricas de $\mathrm{Sp}(n, \mathbb{R})$ en variedades pseudoRiemannianas. (CI)

*Javier Enrique Sáenz Casas (jasaenz@cimat.mx)*

El estudio de acciones de grupos de Lie simples no-compactos en variedades, preservando alguna estructura geométrica y con dinámica compleja, es un problema fundamental. En esta dirección, los resultados de R. Zimmer y M. Gromov de finales de la década de los 80's y principios de los 90's, forman parte de las herramientas principales para el estudio de dichas acciones. En esta charla consideramos acciones isométricas del grupo  $G = \mathrm{Sp}(n, \mathbb{R})$  en variedades pseudoRiemannianas conexas de volumen finito y completas, y de tal forma que se tiene una  $G$ -órbita densa. Haciendo uso de la llamada maquinaria de Gromov-Zimmer y la teoría de representaciones de álgebras de Lie, obtenemos una descripción de la estructura del álgebra de campos de Killing en la variedad que centralizan la  $G$ -acción. Esto último nos permite dar una caracterización de aquellas variedades que admiten tales  $G$ -acciones.

#### Rigidez de acciones de grupos de Lie semisimples. (CI)

*Eli Vanney Roblero Méndez, Gestur Ólafsson (elirm@cimat.mx)*

Asumimos la existencia de una acción de un producto directo de dos grupos de Lie simples sobre una variedad preservando la métrica, de igual forma suponemos también que dicha acción es analítica y posee una órbita densa. Estas condiciones nos permiten hacer uso de las representaciones de grupos de Lie para poder identificar algunas características de la variedad las cuales, junto con otras condiciones, posibilita la identificación de la variedad sobre la que se actúa.

#### Álgebras conmutativas generadas por operadores de Toeplitz en supervariedades. (CI)

*Armando Sánchez Nungaray (sancheznungaray@gmail.com)*

En esta plática se presentan los espacios de Bergman en el contexto de supersimetría para el superdisco y la superbola, se analizan algunos supergrupos maximales abelianos (SGMA) con respecto a el grupo de isometrías de estas dos supervariedades. Finalmente probaremos que las álgebras generadas por operadores de Toeplitz con símbolos invariantes bajo la acción de los SGMA son conmutativas.

#### Deformaciones de pares simétricos. (RT)

*Manuel Sedano Mendoza (manuel.sedano@cimat.mx)*

Dada un álgebra de Lie  $\mathfrak{h}$  con un automorfismo involutivo  $\theta \in \mathrm{Aut}(\mathfrak{h})$ ,  $\theta^2 = \mathrm{id}$ , se tiene una descomposición  $\mathfrak{h} = \mathfrak{h}_+ \oplus \mathfrak{h}_-$ , donde  $\mathfrak{h}_\pm$  es espacio propio con valor propio  $\pm 1$  y  $\mathfrak{h}_+$  es una subálgebra de Lie que actúa en  $\mathfrak{h}_-$  con la representación adjunta. A la pareja  $(\mathfrak{h}, \mathfrak{h}_+)$  se le llama par simétrico cuya estructura está asociada a la geometría de espacios (semi-)Riemannianos simétricos. En esta plática abordaremos la siguiente pregunta: ¿Si  $(\mathfrak{h}, \mathfrak{g})$  y  $(\mathfrak{h}, \Phi(\mathfrak{g}))$  son pares simétricos con  $\Phi: \mathfrak{g} \rightarrow \mathfrak{h}$  homomorfismo, tal que sus

representaciones adjuntas son isomorfas, existirá un automorfismo de  $\mathfrak{h}$  que mande uno en el otro? Veremos también cómo esta pregunta de rigidez algebraica se relaciona con la geometría del espacio (semi-)Riemanniano simétrico asociado.

**Sobre los automorfismos y las derivaciones de las álgebras de Cayley-Dickson. (CDV)**

*Carlos González Flores* (cgonzalez@esimez.mx)

Las álgebras de Cayley-Dickson fueron propuestas por Albert, de forma similar a como Dickson construye el álgebra de Cayley a partir de los cuaternios. En general, estas álgebras son no asociativas y flexibles, por tal motivo, un caso particular de la conjetura de asociatividad fuerte de Yiu es aplicado para presentar una demostración del teorema de Schafer sobre las derivaciones en las álgebras de Cayley-Dickson y con esta herramienta se obtienen sus grupos de automorfismos.

**Métricas invariantes en extensiones centrales de álgebras de Lie cuadráticas. (CI)**

*Rosendo García Delgado* (rosendo.garcia@cimat.mx)

En esta plática abordamos el problema de determinar la estructura de un álgebra de Lie cuadrática si en una extensión central de la misma existe una métrica invariante. Enunciamos un teorema de estructura para la extensión central análogo al teorema de estructura de Medina-Revoy, además de establecer caracterizaciones para álgebras de Lie reductivas y álgebras de Lie cuadráticas 2-pasos nilpotentes.

**Invariantes de álgebras de Lie de contacto. (CI)**

*Gil Salgado González* (gil.salgado@gmail.com)

Es muy conocido que las álgebras de Lie de Frobenius no admiten invariantes, sin embargo, y es relativamente fácil probar, admiten semi-invariantes. En esta plática mostraremos como podemos generalizar estas ideas a la clase de álgebras de Lie de contacto y probar que también admiten semi-invariantes. Mas aún, daremos condiciones para que estos semi-invariantes sean invariantes. Mostraremos cálculos explícitos de estos invariantes en algunas clases de álgebras de Lie de contacto.





## Veranos de Investigación Científica

Coordinador: Sergio Yarza

Salón 104-nuevo, del edificio nuevo de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:00–09:30	<b>INAUGURACIÓN</b>	<b>PLENARIA</b>			Jawad Snoussi
9:30–10:00				Dulce Ma Guerrero	
10:00–10:30	<b>RECESO</b>			Saul R Mendoza	Daniel Zambrano
10:30–11:00	<b>PLENARIA</b>			Iris A Zepeda	
11:00–11:30				<b>RECESO</b>	
11:30–12:00	<b>TRASLADO</b>			P Vladimir Barajas	
12:00–12:30				Jhovany Guillén	<b>MESA REDONDA</b>
12:30–13:00				Kevin Castillo	
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					
17:30–18:00			<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>	
18:00–18:30					
18:30–19:00					
19:00–19:30	<b>PLENARIA</b>	<b>PLENARIA</b>		<b>ASAMBLEA</b>	<b>CLAUSURA</b>
19:30–20:00					

### Geometría hiperbólica y grupos kleinianos. (CDV)

Dulce María Guerrero Tánori (Dulce.guerrerot@gmail.com)

La negación del quinto postulado de Euclides dio lugar a otras geometrías, como la geometría hiperbólica. Se presentarán conceptos básicos de esta geometría y, además, se comparará con la euclidiana. Después se hablará de los grupos kleinianos, para esto, se establecerá la relación de una acción discontinua de  $H^3$  y subgrupos discretos de  $PSL(2, C)$ .

### Introducción a la probabilidad no conmutativa. (RI)

Saul Rogelio Mendoza Jacobo (saul.mendoza@cimat.mx)

En esta plática daremos los elementos básicos que se trabajan en probabilidad no conmutativa y la importancia de esta última en otras áreas de la ciencia. En particular, haremos énfasis en la probabilidad libre y sus múltiples aplicaciones (en teoría de la información, matrices aleatorias, teoría de representaciones, física, etc).

### Teoremas de clasificación de superficies compactas. (CDV)

Iris Alondra Zepeda Pelayo (iriszepeda26@gmail.com)

En esta charla recordaremos los conceptos básicos de superficie, compacidad,  $n$ -variedad, orientabilidad y construiremos algunas superficies tales como el toro, esfera y el plano proyectivo con fines de poder abordar el Teorema principal de clasificación de superficies compactas el cual hace mención a dos resultados; "Toda superficie cerrada es homeomorfa a una esfera o suma conexa de toros o bien suma conexa de planos proyectivos", "Sean  $S_1, S_2$  dos superficies. Entonces  $S_1$  y  $S_2$  son homomorfas si y solo si tienen la misma característica de Euler y la misma cantidad de componentes en la frontera y si ambas son orientables o ambas no son orientables" para poder llegar a él se tiene que demostrar en el camino cierta cantidad de lemas tal como "La botella de Klein es homeomorfa a la suma conexa de dos planos proyectivos".

**Aproximaciones al círculo por medio de curvas de hodógrafo pitagórico. (CDV)***Paul Vladimir Barajas Guzmán (paulvbg@gmail.com)*

Dentro de la geometría clásica el estudio de las curvas es un tema central y cuyos orígenes se remontan al menos a la geometría griega. Por ejemplo, había muchas características ya conocidas de la antigüedad, por mencionar algunas tenemos, las propiedades de las curvas cónicas descritas en los tratados de Euclides. Si bien el desarrollo tecnológico ha permitido un mayor desarrollo del conocimiento, el desarrollo computacional ha permitido hacer un estudio más preciso de lo que significa entender una curva en el plano o en el espacio, ya que con programas especializados como Mathematica o MATLAB podemos graficar una gran cantidad de curvas, desde curvas sencillas hasta curvas complicadas, y además con una gran precisión que los métodos clásicos difícilmente podrían igualar. Sin embargo para el desarrollo de estos programas y para que lo hagan con tal precisión, se requiere que tengan una adecuada comprensión de las ideas clásicas de las curvas. Con esto se ha dado lugar a un área relativamente nueva dentro de la computación y la geometría que es: "La Graficación por computadora", que nace de la relación entre programación y la geometría diferencial clásica. En esta presentación se hablara de manera general sobre los polinomios de Bernstein, que tienen una aplicación a la graficación mediante las curvas de Bézier, hablaremos de unas curvas importantes dentro de la graficación por computadora llamadas de Hodógrafo Pitagórico, estas curvas han sido objeto de estudios recientes por algunas de sus propiedades y aplicaciones muy peculiares y finalmente se dará un planteamiento del problema isoperimétrico clásico aplicado a estas curvas que es tema de estudio de mi tesis de licenciatura.

**Research experience for undergraduates 2011. (CDV)***Jhovany Guillén Morales (mathyns@hotmail.com)*

Verano de investigación en el programa 'Research Experience for Undergraduates' en California State University at Channel Islands entre junio y agosto de 2011 donde se estudió un problema particular con título "Completación de matrices" bajo la dirección del Dr. Geoffrey Buhl. El trabajo realizado sirvió para la elaboración de tesis de licenciatura con título "Completación de matrices: permutación" en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo en 2013.

**Procesamiento de imágenes, para el reconocimiento de edificios mediante inteligencia artificial. (CI)***Kevin Castillo Roa, Jesús Yaljá Montiel Pérez (jasaenz@cimat.mx)*

**Introducción.** El procesamiento de imágenes se puede definir como un conjunto de técnicas y procesos para analizar información contenida en una imagen. El principal interés por esta rama se basa en dos áreas de aplicación primordial: a) El mejoramiento de la calidad de información contenida en una imagen con el fin de darle una interpretación más profunda de análisis computarizado. b) El procesamiento de los datos contenidos en un escenario a través de una máquina de percepción autónoma. El mejoramiento de la calidad de la imagen se puede realizar una adaptación de la calidad de imagen digital para su posterior transmisión, almacenado y modificación, con esta herramienta podemos eliminar los residuos de la imagen y restaurar. Gracias a la fiabilidad de esta técnica se puede aplicar a diversos sectores, tales como: medicina, arqueología, geografía, entre otras ciencias, permitiendo una facilidad de análisis. Otro de los factores en que nos beneficia el procesamiento, es en el reconocimiento de características que contienen las imágenes permitiéndonos etiquetar los contenidos de una escena, identificar objetos predeterminados. Los sistemas de reconocimiento de patrones artificiales simulan esta habilidad mediante la creación y el uso de modelos físicos y matemáticos bidimensionales o tridimensionales. Dos de los modelos adaptativos para generar modelos matemáticos en la detección y reconocimiento de imágenes son los modelos estadísticos y las redes neuronales. Los modelos estadísticos se basan en su totalidad en imágenes que pueden seguir un patrón adaptativo a una imagen muestra o que utilizamos como referencia y que nos muestra una comparación con el banco de imágenes tratadas, así de esta manera se puede calcular un margen de error para obtener una clasificación. Las redes neuronales son algoritmos basados en la imitación de redes neuronales biológicas. La ventaja de usar redes está en el hecho que se puede separar en regiones no lineales de decisiones tan complicadas como se desee dependiendo el número de neuronas y capas. Por lo tanto las redes neuronales sirven para resolver problemas de clasificación de alta complejidad. **Objetivos del proyecto** El proyecto se basa en el procesamiento de imágenes, con el fin de poder implementar un algoritmo con el mayor rango de eficiencia para poder detectar edificios en una secuencias de imágenes, ya sea de una base de datos o de cualquier imagen que pueda ser diversificada (Donde haya o no edificio), a partir del uso de cada una de las herramientas de procesado que se pueden encontrar en el programa utilizado para elaborar dicho algoritmo (Matlab). • **Desarrollo** Para poder llevar a cabo una algoritmo capaz de clasificar objetos a partir de la detección de su contorno, forma y características propias se tomó en cuenta diversas herramientas que proporcionó Matlab R2015a, desde el uso de filtros especiales, matrices, métodos de obtención de contornos, umbralización y la binarización de las imágenes analizadas. Para poder desarrollar este algoritmo, se tomaron en cuenta algunos parámetros a seguir entre las que están: a) Tipo de imagen a procesar b) Tamaño de la imagen c) Filtros para mejorar la imagen d) Método más óptimo para obtener el contorno o esquinas de la imagen e) Matrices que se pueden utilizar dentro de la imagen f) Propiedades de la región de las imágenes para elaborar criterios más certeros. g) Tipo de herramienta para poder depurar el ruido de la imagen procesada.

**Veranos de iniciación a la Investigación en Cuernavaca.** (CDV)*Jawad Snoussi (jsnoussi@im.unam.mx)*

En los dos últimos veranos, la Unidad Cuernavaca del Instituto de Matemáticas de la UNAM, gracias al apoyo del CONACyT, llevó a cabo un programa de verano de investigación complementario a los conocidos programas de la Academia de Ciencias y del Delfin. La Unidad pretende seguir con este programa y difundirlo a nivel nacional. A diferencia de los dos programas mencionados, este hace el enfoque sobre la concentración de un número de participantes selectos, que genera un ambiente de intercambio y de colaboración no solo con el investigador responsable, sino con más investigadores participantes y también con los demás jóvenes en estancia.

**Metodo de llave pública simétrica Diffie-Hellman sobre curvas elípticas.** (RI)*Daniel Zambrano Velazquez, Homero Renato Gallegos Ruiz, Francisco Javier Andrés Morales (kiff700@gmail.com)*

Dentro de los esquemas criptográficos el Metodo de llave pública Diffie-Hellman es un metodo con una seguridad bastante elevada gracias al problema de logaritmo discreto, por otra parte las curvas elípticas al tener una estructura de grupo, definiendo una suma, podemos combinar el esquema y el objeto para generar una seguridad hasta el momento inquebrantable o bastante complicada de romper, en la plática se hablará un poco de la elaboración de un programa que pueda sumar sobre una curva elíptica para poder utilizar el esquema D – H.

**MESA REDONDA. Experiencias de los Veranos de Investigación** (RT)*Iris Alondra Zepeda Pelayo, Paul Vladimir Barajas Guzmán, Jhovany Guillén Morales, Kevin Castillo Roa, Dulce María Guerrero Tánori, Daniel Zambrano Velazquez (manuel.sedano@cimat.mx)*



## Docencia

Coordinador: Manuel Jesús Falconi Magaña

## Lunes 23 de Octubre.

Auditorio Yelizcalli, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
12:00–13:00	<b>Conferencia: La enseñanza del Cálculo en el Bachillerato</b>	Armando Mata Romero Adriana Escobedo Bustamante	Ver resumen <sup>(1)</sup>
16:30–18:30	<b>Taller: Resolución de problemas con TIC</b>	Víctor Javier Raggi Cárdenas Verónica Hoyos Aguilar	Ver resumen <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> El surgimiento del cálculo constituye un momento fundamental en el desarrollo de la matemática. La necesidad de obtener áreas de figuras con lados no rectilíneos y construir tangentes a curvas, determinaron la introducción del concepto de límite, el cual tuvo que pasar por diversos trabajos para poder establecerse con una definición formal que permitiera resolver los problemas que lo detonaron. Así, y siendo una herramienta poderosa en muchas áreas del conocimiento, fue inevitable que el cálculo, no sólo en el caso obvio de una carrera de matemáticas, se estableciera como parte de los programas de estudio de los sistemas educativos del bachillerato y profesional. Sin embargo, algunos problemas de la enseñanza del cálculo surgen al preguntarse: ¿qué tan formal debo enseñarlo? ¿debe tener un enfoque más operativo que conceptual? ¿qué dificultades se presentan al querer enseñar cómo se aplica en otras áreas diferentes a la matemática? En esta plática se analizarán estas cuestiones en base a diversas actividades que se han manejado con profesores de distintos subsistemas de bachillerato en la ciudad de Durango, tratando de proporcionar posibles respuestas a las mismas.

<sup>(2)</sup> Una de las utilidades de geogebra es poder simular el trabajo con regla y compás, otra es el graficar funciones  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  y en sus actuales versiones, graficar funciones  $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ , también permite encontrar lugares geométricos en el plano cartesiano. Comenzaremos con las funciones lineales de la forma  $ax + by = c$ , donde las constantes  $a, b$ , y  $c$  las ligaremos a una utilería de geogebra, un deslizador, el cual permite asignar diferentes valores al parámetro ligado. Esto nos permitirá resolver un problema de optimización, problema de optimización sin grandes dificultades. El siguiente punto es estudiar funciones y lugares geométricos de segundo orden, concretamente veremos la hipérbola y la elipse a partir de sus definiciones: (a) Hipérbola como el lugar geométrico, o conjunto de puntos, tal que el valor absoluto de la diferencia de sus distancias a dos puntos fijos, llamados focos, es igual a una constante, esto es, dados los focos  $(x_1, y_1)$  y  $(x_2, y_2)$  tendremos el conjunto de puntos  $(x, y)$  donde nos preguntamos qué valores puede tomar la constante  $p$ . (b) Elipse como el lugar geométrico, o conjunto de puntos, tal que la suma de sus distancias a dos puntos fijos, llamados focos, es igual a una constante, esto es, dados los focos  $(x_1, y_1)$  y  $(x_2, y_2)$  tendremos el conjunto de puntos  $(x, y)$  donde de igual manera, nos preguntamos qué valores puede tomar la constante  $p$ . En ambos casos asociaremos la constante  $p$  a un deslizador, y encontraremos una función que nos permita visualizar, variando el valor de  $p$ , parte de la hipérbola y parte de la elipse. A partir de este tipo de funciones, considerando el valor de  $p$  como el valor de  $y$  en el espacio  $\mathbb{R}^3$ , definiremos una función de  $\mathbb{R}^2$  a  $\mathbb{R}$ , y veremos su gráfica utilizando geogebra. La resolución de tareas de este tipo nos proporcionará herramientas de construcción y metacognitivas (o de reflexión sobre lo construido) que nos permitirán avanzar en la resolución de problemas de optimización de segundo orden (o ligados al estudio de las funciones o lugares geométricos de segundo orden como los que se acaban de mencionar).

## Martes 24 de Octubre.

Edificio Yelizcalli Salón 301, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
10:00–11:00	<b>Taller: Arduino y la internet de las cosas, IoT</b>	Eduardo Sacristán Ruiz Funes	Ver resumen <sup>(3)</sup>
11:30–13:00			

<sup>(3)</sup> El Proyecto Arduino inicio su desarrollo en el año 2006. Este proyecto no es más que un conjunto de tarjetas electrónicas, con un microcontrolador, a las que podemos conectar una gran diversidad de sensores y actuadores y que nos permiten el desarrollo de una gran variedad de aplicaciones y dispositivos interactivos automatizados. Junto a las componentes electrónicas, tenemos también el software, un lenguaje programación, basado en C-C++, con su propio IDE, que facilita el desarrollo de estas aplicaciones y que se ha vuelto un estándar en este ámbito. Desarrollado inicialmente para facilitar la construcción de sus proyectos a los alumnos de una escuela de diseño interactivo, hoy es utilizado en una gran cantidad y diversidad de proyectos. Desde proyectos simples utilizados

en la enseñanza, la construcción de cualquier cantidad de “gadgets”, hasta dispositivos tan complejos como los Cuadricópteros o las impresoras 3D. Es el Arduino y otras tarjetas compatibles y similares, lo que está en el centro de lo que hoy se conoce como el movimiento “Maker” o de los “Hacedores”. En los últimos 2 años, con la incorporación de interfaces de comunicación tipo WiFi a muchas de estas tarjetas, se ha avanzado en el desarrollo de aplicaciones que hacen uso de la red Internet para muy distintos propósitos. Desde el envío de datos de todo tipo de sensores, para su almacenamiento, procesamiento y puesta en línea para su consulta, hasta aplicaciones para el control desde la red de muy distintos tipos de dispositivos y equipos. Este tipo de dispositivos y aplicaciones que utilizan la Internet, es lo que está en la base de la hoy llamada Internet de las Cosas, IoT donde se prevé que en poco tiempo serán más las “cosas” conectadas a Internet, que los humanos que la usamos. En esta Plática-Taller, se hará una presentación de esta temática y con ella los participantes podrán armar proyectos simples, haciendo uso de estas tecnologías. Con los kits del Taller, se podrán encender y apagar un led de manera remota, sensar la temperatura y subir los datos a la “nube”, procesarlos y ponerlos en línea, hacer uso de alguno de los servicios más utilizados en la red, como enviar un Twit con datos de la temperatura y algún otro ejemplo. Son ejemplos muy simples y fáciles de armar, pero son la base para proyectos más complejos en el uso de la IoT y ejemplos que podrían usarse en la enseñanza de este tipo de aplicaciones. El objetivo final de esta Plática-Taller es que los participantes conozcan, a partir del armado de ejemplos concretos, cómo funciona lo que hoy se conoce como la Internet de las Cosas.

### Miércoles 25 de Octubre.

Auditorio Yelizcalli, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
9:00–11:00	<b>Mesa Redonda: Profesionalización docente</b>	Luz Manuel Santos Trigo Eduardo Sáenz-de Cabezón Julio Rodríguez Hernández Jesús Salinas Herrera	Resumen
11:30–13:00	<b>Conferencia: Las matemáticas del bachillerato</b>	José Luis Abreu León	Ver resumen <sup>(4)</sup>

<sup>(4)</sup> Durante muchos años venimos enseñando las mismas matemáticas en el bachillerato, variando apenas un poco el enfoque y los detalles. Pero la relación del mundo con las matemáticas ha sufrido una gran revolución. Es hora de enfrentar este hecho y realizar los cambios curriculares y didácticos que preparen a los jóvenes para adueñarse del pensamiento matemático y aprovecharlo para beneficio de la sociedad. En esta conferencia se analizará el fenómeno y se harán propuestas concretas para realizar los cambios necesarios en cuanto a contenidos y enfoques. Se describirá la esencia de Los estándares de matemáticas para el Bachillerato de la UNAM que el SUMEM publicó recientemente.

### Miércoles 25 de Octubre.

Edificio Yelizcalli Salón 301, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
9:00–11:00	<b>Taller (Continuación) : Arduino y la internet de las cosas, IoT</b>	Eduardo Sacristán Ruiz Funes	Resumen
11:30–13:00			

### Jueves 26 de Octubre.

Auditorio “Alfonso Nápoles Gándara”, Instituto de Matemáticas, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
16:30–17:30	<b>Círculos Matemáticos</b> “Los axiomas de origami”	Amanda Katherine Serenevy	Resumen

**Jueves 26 de Octubre.**

Auditorio Yelizcalli, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
9:00–11:00	<b>Mesa Redonda: Lineamientos y propuestas para la formación docente</b>	Marina Kriskautzky Laxague Angelina Alvarado Monroy Javier Bracho Carpizo Guadalupe Vadillo Bueno Ana Laura Gallegos y Téllez Rojo	Resumen

**Viernes 27 de Octubre.**

Auditorio “Alfonso Nápoles Gándara”, Instituto de Matemáticas, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
11:00–13:00	<b>Mesa Redonda: La robótica en la educación y su vinculación con el estudio de las matemáticas, las ciencias y las ingenierías</b>	Sergio López Luna Manuel Odilón Gómez Castillo Felipe Leonardo Valero Jorge Vasconcelos Santillán Jesús Savage Carmona	Resumen <sup>(5)</sup>

<sup>(5)</sup> El estudio de la robótica ha tenido un auge en los últimos años, en algunas primarias, secundarias, bachilleratos y escuelas privadas existen talleres donde los niños y jóvenes arman prototipos para realizar alguna tarea. En el bachillerato de la UNAM se visualizó que el estudio de la robótica permite potenciar el aprendizaje de diversas disciplinas como matemáticas y física, entre otras. En un inicio la vinculación con las facultades se dio por la capacitación a profesores del bachillerato y en la organización de eventos académicos del área; con el paso de las generaciones, existen alumnos egresados de los clubes y talleres de robótica que eligen estudiar carreras del área como mecatrónica o computación. En esta mesa se presentarán las experiencias docentes en el trabajo de la robótica en el bachillerato, licenciatura y posgrado.

**Viernes 27 de Octubre.**

Taller de Matemáticas, Facultad de Ciencias, UNAM.

Horario	Título	Ponente	Resumen
16:30–17:30	<b>Círculos Matemáticos</b>	Amanda Katherine Serenevy	Resumen

## Carteles

Coordinador: Rubén Alejandro Martínez Avendaño

### Martes 24 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 13:00 Hrs.

Lugar: Patio cubierto del Tlahuizcalpan, Facultad de Ciencias, UNAM

## Análisis

### Algunos resultados sobre espacios de Banach universales. (CAR)

*Carmen Deni Martínez Gómez* (carmendeni@ciencias.unam.mx)

Motivados por el teorema de Banach Mazur, que nos dice que el espacio  $C[0, 1]$  contiene una copia isométrica de todos los espacios de Banach separables, en este trabajo se explica porque no existe un espacio universal para la familia de los espacios de Banach reflexivos y separables y se construye una base universal seminormalizada para la familia de las bases seminormalizadas. Por último veremos que si un espacio  $E$  tiene una base y es universal para la familia de los espacios de Banach separables entonces tiene una base seminormalizada universal para la familia de las bases seminormalizadas.

### Análisis armónico en fractales de Mauldin-Williams. (CAR)

*Jesus Indalecio Ruiz Bolaños* (jesus.ruiz@cimat.mx)

En este trabajo estudiamos la construcción de una estructura armónica en fractales de tipo Mauldin-Williams. Estos fractales, aunque no son autosimilares, sí tienen características análogas de ramificación finita de los de tipo PCF de Kigami, por lo que es posible construir una estructura a través de aproximaciones discretas al fractal. Dicha estructura genera funciones armónicas y un laplaciano, y estudiamos sus propiedades tanto intrínsecas como respecto a su encaje en el espacio euclideo.

### Representación por bloques de inversas generalizadas. (CAR)

*Víctor Manuel Méndez Salinas* (vmendez@unpa.edu.mx)

Para  $A \in \mathbb{C}_r^{m \times n}$  se puede obtener una matriz aumentada  $\begin{bmatrix} A & I_m \\ I_n & O \end{bmatrix}$  que puede ser transformada mediante operaciones elementales en  $\begin{bmatrix} E_r & Q \\ P & O \end{bmatrix}$  donde  $E_r \in \mathbb{C}_r^{m \times n}$  es la matriz con  $r$  unos en sus primeros  $r$  lugares de la diagonal principal y ceros en cualquier otro caso.

La inversa generalizada de  $A \in \mathbb{C}_r^{m \times n}$  que cumple las ecuaciones de Moore-Penrose (y las de Drazin en el caso cuadrado) se puede representar por bloques como sigue:

$$X = P \cdot \begin{bmatrix} X_0 & X_1 \\ X_{-2} & X_3 \end{bmatrix} \cdot Q$$

donde  $X_0 \in \mathbb{C}^{r \times r}$ ,  $X_1 \in \mathbb{C}^{r \times (m-r)}$ ,  $X_2 \in \mathbb{C}^{(n-r) \times r}$  y  $X_3 \in \mathbb{C}_r^{(n-r) \times (m-r)}$  son submatrices apropiadas. En este trabajo presentamos ejemplos del cálculo de la inversa grupo, la inversa Drazin y la inversa de Moore-Penrose mediante la técnica descrita.

### Control de la ecuación de ondas. (CAR)

*Iván Antonio Hernández Lizárraga* (ivan\_es@outlook.es)

Esta charla constará en 3 partes. La primera de ellas se darán definiciones y teorema básicos del análisis funcional que incluyen entre ellos el concepto de distribución hasta llegar a Espacios de Sobolev, y entre ellos el Teorema de Lax-Milgram así como algunos teoremas de encajes en Espacios de Sobolev. La segunda parte se incluirá la definición de control interno y en la frontera de una ecuación diferencial parcial así como el concepto de desigualdad de observabilidad y finalmente se trabajará en un problema de control en la frontera y control interno de la ecuación de ondas mediante teoremas clásicos del análisis funcional y conceptos definidos en la primera y segunda parte lo cual fue parte de mi trabajo de tesis de licenciatura.



**De la convergencia en distribución a la convergencia uniforme.** (CAR)

*Luis Adrián López Cervantes, María de los Angeles Sandoval Romero (newworldphysic@hotmail.com)*

Estudiar tipos de convergencia intermedia como la convergencia asintótica para establecer la relación de la Convergencia en Distribución de Funciones de Probabilidad a la convergencia uniforme de las funciones cuantiles asociadas a dichas, todo esto inspirado en estudios previos de teoría espectral de Operadores de Toeplitz.

**Biomatemáticas****Análisis de la Dinámica Poblacional de la Pulga Acuática para su uso en Bioensayos.** (CAR)

*Germain Cid Martínez, Jorge Velázquez Castro (germar1020@gmail.com)*

La contaminación es una consecuencia indeseable de los procesos productivos que afecta no sólo a la salud humana, sino también a la integridad de los ecosistemas. Un bioensayo consiste en medir la toxicidad de alguna sustancia, o de efluentes, al someter un ser vivo a distintas concentraciones de la misma. Estos métodos se emplean ampliamente para determinar la toxicidad y el grado de contaminación de lagos y ríos. La *Daphnia Magna* es un fitoplancton que ha sido utilizado en este tipo de análisis de toxicidad. Sin embargo, las escalas de contaminación son dados por criterios empíricos y poco precisos. En este trabajo se modela la dinámica de esta pulga acuática en presencia de sustancias tóxicas que tienen la capacidad de cambiar los parámetros que describen su ciclo de vida. Esto permite elaborar protocolos y escalas de contaminación precisas por medio de bioensayos.

**Bifurcación hacia atrás en modelos matemáticos de tuberculosis.** (CAR)

*Nohemy Palafox Lacarra (nohemypalafox@gmail.com)*

La tuberculosis es una enfermedad bacteriana causada por el bacilo *Mycobacterium Tuberculosis* y afecta a un tercio de la población mundial. Esta enfermedad puede llegar a ser mortal si no se sigue el tratamiento adecuado. El objetivo es presentar y analizar tres modelos distintos que muestran la dinámica de transmisión de la Tuberculosis considerando diferentes casos. El primero es un modelo simple de transmisión; el segundo es un modelo que considera los casos donde un individuo recuperado vuelve a infectarse o bien, un individuo en tratamiento interrumpe su tratamiento, obteniendo así una resistencia al tratamiento inicial; y el tercero, considera la posibilidad de re-infección exógena, es decir un individuo infectado, pero no infeccioso, pasa a ser infeccioso por estar en contacto con un individuo infeccioso. En base a los estudios realizados, se analizará el caso de la aparición de una bifurcación hacia atrás.

**Biología de sistemas: una descripción matemática de los sistemas biológicos.** (CAR)

*Ricardo Herrera Sandoval, Javier Sánchez Martínez (rick.antropo.physics@hotmail.com)*

La biología sistémica es el campo de investigación interdisciplinaria de los procesos biológicos en el que las interacciones de los elementos, internos y externos, que influyen en el desarrollo del proceso son representados mediante un sistema matemático. Como resultado de hacer interactuar los modelos matemáticos con los que se representa al proceso, se obtiene una serie de predicciones del estado del proceso biológico que corresponderían a los resultados esperados. La red de interacciones entre los elementos que componen al sistema son predecibles porque los cambios del estado de ese sistema modelado, es calculable matemáticamente. Prácticamente cualquier proceso biológico puede ser objeto de estudio de la biología sistémica, como por ejemplo, el crecimiento de una célula, la interacción entre dos bacterias o la circulación sanguínea en un organismo.

**Estimación del tamaño y distribución de la población de ardillas en la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita.** (CAR)

*Marijose Perucini Avendaño, Beatriz Carely Luna Olivera Estudiante, Catalina Morelos Ramos (perucinimaya@gmail.com)*

En la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita existe una gran diversidad de especies que interactúan entre ellas y con la flora existente, entre las especies que encontramos dentro del campus está la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*). Las ardillas pertenecen a la clase de los mamíferos, y son roedores omnívoros que viven entre 3 y 10 años. En este trabajo explicamos los métodos más usados para estimar la población de una especie en un habitat determinado y usando un muestreo por grupos, así como la búsqueda de madrigueras, hacemos algunas estimaciones para responder algunas preguntas como: ¿cuántas ardillas hay en la universidad y cómo se encuentran distribuidas dentro del campus?, ¿cuáles son las horas y días más usuales para observarlas?, ¿cuáles son sus depredadores dentro del campus? y ¿cuántas habrá en un tiempo determinado si se mantiene el equilibrio ecológico observado hasta ahora?.

## Computación Matemática

### **Algoritmo cúbico para calcular el tipo Dynkin de una matriz casi Cartan definida positiva.** (CAR)

*Claudia Pérez Ruisánchez, Mario Abarca Sotelo, Daniel Rivera López (88c.ruisanchez@gmail.com)*

El Algoritmo de las Inflaciones es un procedimiento que aparece de forma implícita en una demostración de Ovsienko para la clasificación de formas cuadráticas integrales. La mejor cota conocida para este es exponencial. En este trabajo demostramos que esta cota puede ser reducida a  $O(n^6)$ . Además proponemos un algoritmo para decidir si una matriz casi Cartan es definida positiva y calcular su tipo Dynkin en  $O(n^3)$  operaciones tomando como entrada una matriz entera.

### **Diagramas de Voronoi y sus aplicaciones** (CAR)

*Graciela Gaona Bernabé, W. Fermín Guerrero Sánchez, Claudia Mariana De la Rosa Pérez, Rafael de Jesus Oliva López (graziel-lats501@gmail.com)*

Los diagramas de Voronoi son una de las estructuras fundamentales dentro de la Geometría Computacional, rama de las Ciencias Computacionales encargada del diseño y análisis sistemático de algoritmos y estructuras necesarios para la solución eficiente de problemas. Un diagrama de Voronoi se forma al dividir un espacio en regiones de acuerdo en número de puntos generadores u objetos, de tal forma que cada región asociada a cada punto se forma por los puntos que son más cercanos a él que a otras regiones. Se han encontrado numerosas aplicaciones de los diagramas de Voronoi en situaciones de la vida real y con frecuencia en la naturaleza. En este trabajo se presentan programas elaborados en Matlab que muestran la implementación del algoritmo, así como sus aplicaciones.

### **Uso de redes neuronales artificiales en el proyecto TAOS II del OAN-SPM.** (CAR)

*Axel Tapia Avalos (axel.infimo@gmail.com)*

TAOS II (Transneptunian Automated Occultation Survey.) se trata de una colaboración internacional que se encargará de medir la distribución de tamaños de objetos pequeños (1 km de diámetro aproximadamente) en el cinturón de Kuiper y mas allá. Esta información encierra claves importantes acerca de la formación y la evolución dinámica del sistema solar y ayudaría a comprender el mecanismo por el cual un objeto en el cinturón de Kuiper es perturbado hacia una órbita cometaria. En el presente trabajo se dan a conocer los resultados de un proyecto realizado dentro del XXVI Verano Científico del Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir bajo la asesoría del Dr. Benjamín Hernández Valencia. Dicho proyecto consistió en diseñar redes neuronales artificiales (usando MATLAB ) que ayuden a clasificar los datos obtenidos por el proyecto TAOS II en función de ciertos parámetros del objeto observado (como el ángulo de oposición, diámetro, distancia a la Tierra y factor de impacto) y de la estrella de fondo (magnitud aparente y tipo espectral) separando patrones de difracción de las curvas de luz obtenidas. Se espera obtener un total de 21.6 billones de archivos por noche, por lo que es necesario utilizar herramientas de inteligencia artificial bien diseñadas para procesar la información de manera eficaz.

## Ecuaciones Diferenciales

### **Convergencia uniforme para un esquema de diferencias finitas del problema de Stefan unidimensional de dos fases.** (CAR)

*Raúl Martínez Rosado, Francisco Castillo Aranguren, Ismael Antonio Muñoz Maya, Rubén Darío Santiago Acosta, José Antonio Otero Hernández, Ernesto Manuel Hernández Cooper (irendira.soro@gmail.com)*

El propósito de este trabajo es mostrar la existencia de la solución de problemas de Stefan unidimensional de dos fases con condiciones de frontera de Dirichlet. Para ello, se construye un esquema en diferencias finitas cuyas soluciones convergen uniformemente a una solución del problema dado. Se proporcionan ejemplos numéricos para verificar la convergencia estudiada.

### **Geometrización de ecuaciones diferenciales ordinarias y análisis de sus soluciones mediante la implementación de simetrías.** (CAR)

*Uvencio Jose Giménez mujica, Luis Moreno, Jorge Velázquez Castro (uvencioj@gmail.com)*

Presentaremos un método de resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias mediante la distribución de Cartan y veremos que este proceso es una generalización de los métodos tradicionales de solución de las EDO mediante la implementación de simetrías.

**Resolución de singularidades y multiplicidad de intersección.** (CAR)*Gibrán Rodrigo Espejo Ramos (gibranr@ciencias.unam.mx)*

En la primera parte introduciré la noción algebraica de divisor para contar subvariedades analíticas con ciertas multiplicidades usando el hecho de que el anillo de germen de funciones analíticas admite una única factorización irreducible, luego definiremos la multiplicidad de intersección de 2 curvas analíticas en un punto aislado para luego definir el índice de intersección entre 2 divisores. En la segunda parte definiré el blow-up (explosión) de un campo vectorial analítico, luego veremos como de manera natural podemos asignarle un índice a un punto singular del campo vectorial gracias al índice definido en la primera parte y al final mencionare como se comporta este índice bajo el proceso de blow-up y como este proceso nos lleva a encontrar una variedad analítica en la que todos sus puntos singulares son elementales (con parte lineal).

**Solución de un problema con frontera móvil para la ecuación de onda usando el Método de las Escalas Múltiples.** (CAR)*Pablo Isaac Salinas Peña, Marco Antonio Taneco Hernandez (pabloisaacpumas@hotmail.com)*

El método de Escalas Múltiples es aplicable a problemas caracterizados por incorporar dos (o más) procesos físicos gobernados cada uno por su propia escala pero actuando simultáneamente. La idea básica en este método es, como su nombre lo indica, introducir varias escalas distintas (medidas en términos del parámetro pequeño del problema) asociadas cada una con alguna propiedad de la solución. El propósito de este trabajo es el presentar una aplicación de este método para el estudio de las modulaciones que se producen en una cuerda vibrante cuando uno de sus extremos se mueve lentamente en comparación a uno de los periodos naturales. Se obtienen soluciones aproximadas para varias modulaciones y se estudian a detalle algunos ejemplos numéricos. El resultado central desde el punto de vista teórico, es la invarianza adiabática del cociente (densidad de energía)/frecuencia, que se establece directamente a partir del Método de Escalas Múltiples. Este resultado es conocido en la teoría de cavidades resonantes, sin embargo nunca se había usado el método mencionado para derivar la varianza adiabática en este contexto.

## Física Matemática

**La ecuación de transporte de neutrones como teorema de transporte de Reynold's o como formula de Leibniz y propiedades.** (CAR)*Carlos López Lima, Rafael Zamorano Ulloa, Verónica Lucero Villegas Rueda (carlosomega40@hotmail.es)*

De la teoría cinética de los gases de Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906), que describe el proceso de transporte depende de una solución de una ecuación integro-diferencial no-lineal, donde las componentes de la ecuación se orienta al significado físico. Con modificaciones apropiadas sirve como base para la teoría de transporte de neutrones; usando el teorema de transporte de Reynolds o la regla de Leibniz. Asumiendo algunas hipótesis para ciertas aplicaciones, se simplifica el problema.

**Modelo simple de cuantización: Un enfoque desde el caos.** (CAR)*Moisés Domínguez Espinosa (moi\_de@ciencias.unam.mx)*

Hay un paradigma en Mecánica Cuántica que explica la cuantización mediante los modos normales de vibración también conocidos como Eigenestados que surgen de la ecuación de onda de Schrödinger. En este trabajo proponemos una metodología de cuantización distinta usando conceptos básicos de Mecánica y Caos con los cuales se construye un "Toy Model". Para lo anterior proponemos un lagrangiano con un término asociado a una fuerza central y otro término que modela fluctuaciones no lineales, por último aplicamos el modelo de Bohr. Agradecemos respetuosamente a la Facultad de Ciencias de la UNAM por su apoyo a este trabajo y al Dr. Luis de la Peña por su crítica y su tiempo.

**Teoría caótica y realización experimental para un modelo resorte-péndulo y sus implicaciones a energías bajas.** (CAR)*Jorge Chávez Carlos, Emmanuel Farrera Morales (jorge.chavez@correo.nucleares.unam.mx)*

La teoría del caos es un área de investigación presente en muchos sistemas dinámicos y forma parte intrínseca en cierto tipo de sistemas Hamiltonianos para algunos modelos físicos. En el presente trabajo se construye un modelo matemático para analizar un sistema acoplado resorte-péndulo (en dos dimensiones). El sistema se encuentra colgado verticalmente en un medio ideal sin fricción y constreñido de tal manera que el resorte no oscila alrededor de la vertical y el péndulo se puede mover libremente colgado del resorte. A partir de la Lagrangiana se construye la función Hamiltoniana del sistema que se utiliza para modelar su dinámica. A partir de ésta se obtienen las ecuaciones de Hamilton que nos dan las ecuaciones de movimiento en su evolución temporal, las cuales son comparadas en sus series de tiempo con la realización experimental del sistema para algunos parámetros fijos. Se demuestra que este modelo particular en la aproximación a bajas energías es integrable y se encuentran sus soluciones analíticas exactas. También se estudia numéricamente el comportamiento caótico del sistema para mayores energías y se visualiza mediante mapas de caos y regularidad en función de parámetros fijos, utilizando métodos cualitativos (secciones de Poincaré) y cuantitativos (exponentes de

Lyapunov). Se espera que este trabajo muestre que el modelo planteado es totalmente operable y se puede trabajar con el, desde el punto de vista teórico, numérico y experimental, y que su análisis sirva para establecer futuras aplicaciones, en campos como la Mecánica, Ingeniería y diversas áreas de investigación.

## Historia y Filosofía

### La geometría hindú en el Sulba Sutras. (CAR)

*Catalina Vaca Vaca* (catalinavacavaca@hotmail.com)

El Sulba Suntra son vedas hindúes de mediados del primer milenio antes de Cristo que hablan sobre geometría, en particular se expondrá cómo tratan el teorema de Pitágoras, la construcción de guras, el concepto de inconmensurabilidad y otros resultados clásicos contenidos en los Elementos de Euclides desde la matemática hindú.

### Los Bernoulli; ¿Naturaleza o educación? (CAR)

*Itacuishi López Morán* (florblanca95@gmail.com)

Se hablará de los ocho grandes matemáticos que produjo la familia Bernoulli, las aportaciones que hicieron a la ciencia y como fue que se introdujeron al bello mundo de las matemáticas. Por otro lado se comentara la naturaleza de estos grandes científicos y que pasó con los descendientes de estos.

### Los orígenes históricos del pensamiento algebraico: "Ecuaciones de Segundo Grado". (CAR)

*Ana Gabriela Santanero Alatoma, Pablo Rodrigo Zeleny Vázquez* (ana\_gsa\_02@hotmail.com)

En este trabajo hablaremos sobre la resolución de ecuaciones de segundo grado con el método babilónico, el cual se puede explicar con dibujos, nos basamos en un artículo de Radford. El tema es de gran importancia para los docentes pues actualmente a los jóvenes les resulta difícil comprender el tema. Conocer los orígenes históricos de la ecuación de segundo grado es de gran utilidad para los docentes. Las tablillas babilónicas muestran el conocimiento practico que tenían, en Tablilla BM 13901 se propone un problema como los que se consideran en este trabajo.

### Teorema Chino del Residuo a través del tiempo. (CAR)

*Yadira del Carmen Gallegos Díaz, Carlos Ariel Pompeyo Gutiérrez, Shalom Cristina Echalar Alvarez* (yadira\_gady96@hotmail.com)

El Teorema Chino del Residuo, también llamado Teorema Sun Zi aparece por vez primera en el capítulo 3 de la obra matemática Sunzi Suanjing, la cual data de los siglos tercero al quinto después de Cristo. Desde aquél entonces a la fecha dicho teorema ha tenido diversas aplicaciones a problemas de cálculo de fechas y repartición de bienes, entre otros. En este cartel se presentará el origen y desarrollo histórico de dicho teorema, así como ejemplos de aplicación del mismo.

### Teorema de Pappus: Una generalización olvidada del teorema de Pitágoras. (CAR)

*Angel Uriel Barraza Sánchez, Cesar Alberto Rosales Alcantar* (angel.barraza96@hotmail.com)

Todos conocemos el famoso teorema que nos establece que en todo triángulo rectángulo, el cuadrado de la longitud de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de las respectivas longitudes de los catetos, pero ¿Qué pasa si nuestro triangulo no es rectángulo? es aquí donde entra el teorema de Pappus que dice: que dado un triangulo ABC, podemos construir dos paralelogramos con lado a, b y alturas arbitrarias; tomando características de estos 2 paralelogramos, es posible construir un tercer paralelogramo con lado c, cuya área sera igual a la suma de áreas de los primeros 2 paralelogramos, en esta platica, se hablara un poco de la trayectoria de Pappus, mencionaremos sus teoremas importantes y daremos una demostración de su teorema que generaliza el famoso teorema de Pitágoras.

## Matemática Educativa

### Estudio de la noción de volumen en lengua Tsotsil con base a usos y costumbres. (CAR)

*Gerardo Alfredo Culej Vazquez* (balumil1988@gmail.com)

Para nosotros los tsotsiles aprender y enseñar, nacen de la misma palabra xchanel-xchanubtasel ('aprendizaje-enseñanza') y esta se define como un proceso situado en un conjunto de actividades, en donde los participantes transforman su participación mediante su cooperación y colaboración activa y agentiva en diferentes marcos y trayectorias durante la realización de la tarea, de esta manera

construyen su conocimiento (Martínez, 2016). Por esta razón considero la matemática maya (Tsotsil) como la misma existencia del hombre con su entorno. Hablar de la matemática Tsotsil, es hablar estrictamente de la matemática Maya, quienes por generaciones lo han practicado. La matemática de los maya es hacer mención del ser humano, lleno de misticismo y respeto hacia su entorno. El *bats'i vinik/bats'i ants* (verdadero hombre/mujer) está conformado por los diez dedos de las manos y los diez dedos de los pies; que forman al individuo. Por esa razón, el *jch'iel jk'opojel* (enseñante) como ser humano, corresponde a lo vigesimal, de las veintenas; corresponde a la pareja, al hombre y la mujer maya. Por ello esta investigación con base a planteamientos etnomatemáticas por el profesor D'Ambrosio, pone en evidencia los conocimientos matemáticos de los tsotsiles de San Andrés Larraizar en su práctica con la agricultura, en la concepción del volumen. La cuartilla es uno de los artefactos más utilizados para la medición de la cantidad de maíz en la siembra, y para su construcción de la cuartilla utilizan la unidad de medida como el *k'obal*, *bat's* y *kejlej*, para formar la tridimensionalidad del objeto y de esta manera se construye el sistema de medida. Lo interesante es la desconstrucción del volumen en una forma de área para abarcar el terreno de siembra, la experiencia y el conocimiento total del terreno de siembra, les ha permitido saber que una cuartilla puede abarcar tres tareas de trabajo, y una tarea equivale a 15 *hop k'obal* cuadrada (*hop k'obal* traducido al español es hablar de la brazada). Por lo tanto en la construcción de nociones matemáticas para ellos es necesario el uso de artefactos que les permita facilitar su concepción.

#### **Análisis a través de libros de texto respecto a cómo son presentadas las raíces de una ecuación cuadrática. (CAR)**

*Greysi Crystabel Gutiérrez Vázquez, Gabriela Buendía Abalos (grey.gtz@gmail.com)*

El libro escolar ha sido la pieza angular que determina la programación, la difusión de los contenidos de la cultura escolar e intenta facilitar el aprendizaje de algunas habilidades básicas, por citar unos ejemplos: es el organizador en la estructuración de cursos, seminarios, de situaciones específicas en la preparación de clases, elaboración de cuadernillos de trabajo, guías de estudio y exámenes. Es, por lo tanto, un hecho que el profesorado en la actualidad utiliza el libro de texto como uno de los elementos centrales y básicos del trabajo diario en las escuelas. La presente investigación se apoya en el análisis de libros de texto de secundaria, específicamente en el tema de raíces de ecuaciones cuadráticas, esto con la finalidad de realizar un análisis didáctico, esto apoyándonos en nociones teóricas de El Discurso Matemático Escolar que se refiere a la manera en cómo se interpreta, usa y se comparte en situación escolar aquella matemática que la definimos como "escolar". En primer lugar se revisaron libros de texto de tercer grado de secundaria que traten sobre la soluciones a ecuaciones cuadráticas, centrándonos específicamente en la dualidad de la soluciones a estas ecuaciones. Ya que la ambigüedad del signo radical plantea un problema matemático y un problema didáctico. Casos problemáticos como el de raíces de ecuaciones cuadráticas pueden ser utilizados en la formación de profesores, para facilitar su conocimiento acerca de la naturaleza de las matemáticas y de su enseñanza, contestando a cuestiones como, por ejemplo: ¿cuáles son las razones que hay detrás de la elección de una cierta definición?, ¿Cómo estructuran y organizan la información los libros de texto?, ¿Cuál es la intencionalidad didáctica de las raíces de una ecuación?

#### **Análisis de libros de texto para la promoción de la resolución de problemas con heurísticas. (CAR)**

*Silvia Carmen Morelos Escobar, Ily Anabel Juárez Sánchez (silvia.morelos@gmail.com)*

El objetivo de este trabajo es hacer una propuesta que sirva al docente para guiar a sus estudiantes a resolver problemas en el tema matemático de ecuaciones de primer grado para nivel Secundaria. En el presente trabajo se analizaron 30 libros de primer grado, siete libros de segundo y nueve de tercero, todos estos aprobados por la Secretaría de Educación Pública, encontrando que existe poco material en el tema, es por esto que se hace la propuesta de trabajar con problemas y con las heurísticas que propone George Polya y motivar a los profesores a elaborar su propio material.

#### **Análisis de una situación didáctica sobre sistemas de ecuaciones lineales en preparatoria para adultos: Un enfoque a partir de la teoría de situaciones didácticas de Guy Brousseau. (CAR)**

*Juan Carlos Grijalva Ruiz, Valeria Aguirre Holguín (grijalvaruizcarlos@gmail.com)*

De acuerdo a estudios realizados con adultos en su preparación para el examen CENEVAL para acreditación del bachillerato en un examen único, se pudo detectar la dificultad que se presenta para construir un sistema de ecuaciones lineales a partir de su planteamiento escrito. A partir de ello se creó y aplicó una situación didáctica para evidenciar la problemática existente, tomando como referencia para la situación didáctica la teoría de las situaciones didácticas propuesta por el investigador francés Guy Brousseau.

#### **Análisis epistemológico, cognitivo, didáctico y tecnológico de el concepto matemático integral impropia. (CAR)**

*Laura Elizabeth Ramírez Santos (luna.ramirez37@gmail.com)*

La enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en el nivel superior representa grandes dificultades y obstáculos, en este trabajo analizamos el concepto matemático integral impropia en estudiantes de ingeniería, para ello se realiza un análisis epistemológico, cognitivo, didáctico y tecnológico entorno a este concepto, se utiliza como base Ingeniería Didáctica con la finalidad de proponer actividades didácticas usando el sistema de álgebra computacional MAXIMA como mediador semiótico.

**Aprendizaje de conceptos geométricos a partir de la resolución de problemas.** (CAR)

Luis Fernando Vera Acevedo, Arturo Emmanuel Meléndez Juárez, Edgar Daniel Soto Graciano, Noemí Galindo Rodríguez, Irma Denise González Silerio, Victor Manuel Carrillo Rodríguez (fernando.benemerito.cdiz@gmail.com)

Actualmente existe la necesidad de llevar a cabo trabajos de investigación que vinculen la matemática educativa con la docencia, puesto que los resultados que se han presentado en diversas evaluaciones a nivel internacional aplicadas a estudiantes Mexicanos de diversos niveles educativos, revelan un bajo desempeño y dificultades subyacentes. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal identificar y caracterizar los saberes previos de estudiantes de nivel secundaria, relacionados con el aprendizaje de conceptos geométricos, como mediatriz de un segmento y bisectriz de un ángulo, y a partir de ello analizar las dificultades en la formación de representaciones internas y externas de dichos conceptos al momento de resolver problemas. El grupo con el que se llevó a cabo la investigación está conformado por un total de 37 estudiantes pertenecientes a la Escuela Secundaria Técnica Número Uno, ubicada en el estado de Durango, México. Éstos cursan el primer grado, teniendo un rango de edad de entre 12 y 13 años. El modelo de enseñanza de la presente investigación se basó en el método de enseñanza-aprendizaje ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) que tiene su origen y desarrollo en la escuela de medicina en la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá en la década de los 60's. Con base en este método, se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y finalmente se regresa al problema, a diferencia del método tradicional donde primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación en la resolución de un problema. El trabajo inició con la aplicación de un diagnóstico para identificar los conocimientos previos y sirvieran como base al construir los nuevos conceptos. Durante el desarrollo se llevó a cabo la manipulación de material concreto y la resolución de problemas, con base en esto se generaron las definiciones de dichos conceptos y se introdujo su definición o representación verbal rigurosa. Se llevaron a cabo socializaciones para generalizar los conceptos utilizando Geometría Dinámica, en específico el software GeoGebra, Se reportan tres dificultades identificadas: a) En primer lugar, se presentan concepciones previas erróneas lo que genera que se generen representaciones internas incorrectas y las consecuentes representaciones externas no corresponden con un adecuado aprendizaje. b) Se identificaron fuertes dificultades para lograr hacer una traducción de lenguaje común a lenguaje matemático y viceversa. c) Dificultades para transitar entre diversos textos (representación geométrica o lenguaje común).

**Desarrollo del Talento matemático: un estudio en educación primaria.** (CAR)

Abraham de Jesús Andrade González, Cristianne Butto Zarzar (ajag94@live.com.mx)

El talento matemático es uno de los talentos específicos que aparecen en las teorías más recientes sobre la superdotación (Renzulli, 1999; Sternberg, 1986). Sobre esto, matemáticos profesionales –Hadamard, (1945) y Poincaré, (1963)– investigaron sobre las habilidades de los niños con talento matemático, observaron la creatividad que tenían para inventar problemas de matemáticas y encontraron que estos niños plantearon problemas con una complejidad superior a la de alumnos sin talento. Espinoza, Lupiáñez y Segovia (2014) señalan algunas características de los niños con talento matemático: inventar una gran cantidad de problemas, emplear números naturales y, en menor proporción, números racionales, emplear dos tipos de números distintos expresados en notación decimal y/o fraccionaria, y combinar la estructura aditiva con la multiplicativa para plantear problemas de estructura mixta. Sobre la detección, Butto, Andrade y Lanz (2016) observan que la detección de alumnos con talento matemático se debe realizar a partir de cuestionarios de matemáticas que evalúen habilidades y capacidades matemáticas; en su estudio reportan que los alumnos con talento matemático utilizan estrategias diferenciadas y que los factores como el apoyo familiar y los estilos de aprendizaje son determinantes para el desarrollo de dicho talento. En este trabajo se reportan resultados de la primera etapa correspondiente a la identificación de estudiantes con talento matemático en educación primaria a partir de un cuestionario sobre procesos de generalización; este contenido no está presente en educación primaria y se encuentra por encima del nivel de los estudiantes. Población: se trabajó con 56 estudiantes de educación primaria de los últimos grados de educación primaria (4<sup>º</sup> – 6<sup>º</sup>) de escuelas públicas del Estado de Tabasco y la Ciudad de México. Marco teórico: este estudio se fundamenta en las trayectorias hipotéticas de aprendizaje de Simons (1995). Metodología: es de tipo mixto; se recurrió a un diseño incrustado concurrente de modelo dominante, (Hernández et. al. 2014). El estudio: comprendió dos etapas: 1<sup>ª</sup> Detectar estudiantes con talento matemático en los últimos grados de primaria y 2<sup>ª</sup> Diseñar un programa de intervención psicopedagógica. Los resultados de la primera etapa del estudio revelan que los estudiantes con talento matemático proporcionan respuestas de tipo pre-algebraico, mientras quienes no poseen ese talento dan respuestas de tipo aditivo. Los factores externos –el apoyo familiar y los estilos de aprendizaje– son fundamentales para el desarrollo del talento matemático, forman parte del desarrollo integral; se obtuvo una alta correlación entre el talento y estos factores.

**Referencias:** [1] Butto, C., Andrade, A. y Lanz, M. (2016). *Identificación de estudiantes con altas capacidades matemáticas en educación primaria*. Revista Horizontes Pedagógicos, 18 (2) 66–85. [2] Espinoza, J., Lupiáñez, J. L., & Segovia, I. (2014). *La invención de problemas y sus ámbitos de investigación en educación matemática*. Revista digital Matemática, Educación e Internet 14 (2), 1–12. [3] Hadamard, J. (1945) 'The psychology of invention in the mathematical field'. Princeton: Princeton University Press. [4] Hernandez, R., Fernandez, C. y Batista, P. (2014). 'Metodología de la investigación'. México: McGraw Hill. [5] Kruteskii, V.A. (1976). 'The Psychology of Mathematical Abilities in School Children'. Chicago Press. [6] Poincaré, H. (1963). Ciencia y Método. Madrid, España: Editorial Espasa-Calpe, S.A. Colección Austral. [7] Simons, M. (1995). *Reconstructing mathematical pedagogy from a constructivist perspective*. In: Journal for Research in mathematics education, 26(2), 114–145.

**Dificultades en las técnicas de conteo. (CAR)**

*Erika Sarai Cansino Alonso, Pablo Rodrigo Zeleny Vázquez (saraicansino@gmail.com)*

La mayoría de los estudiantes a nivel superior tienen problemas en cómo utilizar correctamente las técnicas de conteo, no es simplemente emplear fórmulas o definiciones, sino más bien usar el razonamiento adecuado para resolver dichos problemas, por lo cual en este trabajo se analizan algunos problemas más comunes que presentan. Así mismo comparar los resultados obtenidos con otro estudio.

**Diseño de actividades con tecnología para apoyar la clase de matemáticas. (CAR)**

*Ivan Alberto Boyain y Goytia Luna, José Iván López Flores, Judith Alejandra Hernández Sánchez (iboyain@hotmail.com)*

Esta investigación tiene por objeto diseñar o rediseñar una serie de actividades donde se involucren softwares matemáticos como Geogebra, o que se utilicen las hojas de cálculo para experimentar con los alumnos con la intención que logren comprender mejor lo visto en el aula de matemáticas, dichas actividades son con la finalidad de solventar una necesidad educativa que se observa en la escuela donde laboro perteneciente al estado de Zacatecas. La tecnología se encuentra involucrada en los distintos niveles educativos, aunque no se ha logrado una integración real en el aula; aun en los libros de texto no hay mucha variedad de ejercicios o actividades donde se involucren las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) como herramienta para apoyar al alumno o al maestro en la materia de matemáticas, incluso en algunos casos dichas actividades ya no se encuentran disponibles online. Se desea involucrar este tipo de material de apoyo que facilite a los estudiantes en específico para mi proyecto de investigación, a los del primer año de secundaria para que logren sus aprendizajes esperados que están marcados en el programa de estudios 2011 de la SEP (Secretaría de Educación Pública). La problemática que se observa es que existe poca coherencia en los libros de texto en cuanto a la tecnología, en los mejores casos se vuelven repeticiones de los ejercicios en clase o en otros, basta con utilizar la calculadora para resolverlos. Y no es de mucha utilidad para el maestro ni para el alumno. De ahí que surge la pregunta de investigación: ¿Cómo, a través del diseño de un material se puede apoyar a la clase de matemáticas desde la tecnología? A la cual se tiene como hipótesis que efectivamente este material permitirá que los estudiantes del primer grado construyan las ideas matemáticas planteadas en el programa de estudios 2011. Varios artículos nos hablan sobre la importancia de las tecnologías en el método enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, utilizando hojas de cálculo por su practicidad y por dar una retroalimentación instantánea o utilizando Geogebra para visualizar mejor la información. La metodología que se utilizará será dividida en dos partes: la primera trata del diseño de actividades donde con base en el libro que utilizan en la escuela, su revisión con relación a las TICs y una selección de temas propuestos por el docente de matemáticas, así como de algunas literaturas especializadas. Se escogerán los temas que se les dificulte más a los alumnos de primero y se diseñarán o rediseñarán según sea el caso, actividades que apoyen a lo visto en la materia de matemáticas. Una vez que se tengan los materiales se pasará a la segunda parte de la metodología, la cual consiste en implementar y experimentar dichos materiales en la secundaria donde estoy trabajando para poder analizar si realmente se está logrando los objetivos de esta investigación. Los ejercicios se realizarán en el aula de tecnología que cuenta con las herramientas necesarias y tengan asesoría del responsable por si tienen alguna dificultad técnica.

**Ecuaciones de primer grado en el marco de la enseñanza para la comprensión. (CAR)**

*Edwin Smith Rivera Fernández, Romelio Gonzales Daza (edwin.rivera.1002@gmail.com)*

Esta propuesta busca identificar las dificultades que presentan los estudiantes del grado séptimo al momento de resolver problemas que conducen a ecuaciones de primer grado, para tratarlas pedagógicamente de tal forma que les permita identificar e interpretar situaciones de la cotidianidad por medio de modelamientos matemático. Se utilizará como soporte el modelo de la enseñanza para la comprensión según Perkins, el cual se tienen presente los conceptos de tópicos generativos, hilos conductores, desempeños de comprensión y metas de comprensión que en otros grupos e instituciones ha dado excelentes resultados en distintos campos del saber. Palabras claves: Enseñanza para la Comprensión, tópicos generativos, desempeños de comprensión, Ecuaciones.

## Topología Algebraica y Geométrica

**Algunos métodos topológicos aplicados a la teoría de grupos. (CAR)**

*Ruth Estefanía Erazo González, Gabriela Hinojosa Palafox (ruthiepy@gmail.com)*

Se expondrán definiciones, teoremas y proposiciones (que fungirán como preliminares) sobre el tema: topología algebraica. Los resultados anteriores ayudarán a formular el tema: Grupos actuando en gráficas. Y concluiré el tema con una aplicación del tema anterior.

**Arqueología y la característica de Euler.** (CAR)

*Erik José Amézquita Morataya, Mario Canul Ku, Antonio Rieser (erik.amezquita@cimat.mx)*

Este es un proyecto conjunto entre matemáticas, computación y arqueología. Un problema enfrentado por los arqueólogos es la falta de una clasificación estándar de máscaras prehispánicas. A pesar de que ellos consideran la localización y línea temporal de cada máscara, la clasificación está sujeta a la percepción subjetiva de cada arqueólogo. Empleando la Característica de Euler, se está desarrollando un algoritmo computacionalmente eficiente que permita establecer una clasificación nueva de estas máscaras. La clasificación se basa en invariantes topológicos y geométricos de cada objeto, por lo que puede proveer un enfoque más objetivo en el campo arqueológico. Este proyecto es una colaboración entre el CIMAT (Centro de Investigación en Matemáticas), el IPICT (Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica) y el INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia.)

**El complejo de Kakimizu.** (CAR)

*Cecilia Amparo García Sánchez (amparogasa@gmail.com)*

El complejo de Kakimizu es un complejo simplicial que se genera a partir de las superficies de Seifert de un nudo. Estas superficies son fundamentales para el estudio de los nudos. Este complejo nos da información sobre la estructura de las clases de isotopía de las superficies de Seifert de un nudo dado. Una superficie de Seifert  $S$  es una superficie cuya frontera es un nudo  $K$ . El complejo de Kakimizu  $C$  de un nudo  $K$  se define como un complejo simplicial cuyos vértices corresponden a las clases de isotopía de las superficies de Seifert de género mínimo de  $K$ . Cada vez que encontramos dos clases con representantes disjuntos, unimos a los vértices que les corresponden en el complejo mediante una arista. Así, los simplejos de  $C$  de dimensiones más altas corresponden a colecciones de dichas clases que admiten representantes disjuntos. Este complejo fue descrito por primera vez en 1992 por Osamu Kakimizu, en donde trata el problema de encontrar superficies de Seifert disjuntas no equivalentes para un enlace. Kakimizu también demuestra en este trabajo que el complejo es conexo. En 2010, Jennifer Schultens de la Universidad de California demuestra que el complejo es simplemente conexo e introduce la idea de contractibilidad en el complejo.

**El género de un nudo.** (CAR)

*Tania Yazmin Cortazar Arias, Jair Remigio Juárez (112A11001@alumno.ujat.mx)*

Un nudo  $K$  es una curva simple cerrada que es unión de una cantidad finita de segmentos de recta. En 1934, H. Seifert desarrolló un algoritmo con el cual a cada nudo  $K$  se le puede asociar una superficie  $F$  con frontera, orientable y conexa tal que  $\partial F = K$ . Hoy en día, ese tipo de superficies son llamadas **superficies de Seifert**.

El objetivo de este cartel es presentar el algoritmo de Seifert para asociar a cada nudo una superficie de Seifert, así como también definir el **género de un nudo**, el cuál es una herramienta que nos permite decidir si dos nudos dados son o no iguales.

**El sandwich mágico (una aplicación del teorema de Borsuk-Ulam).** (CAR)

*Leonel Martinez Santiago (lms\_edu.math@outlook.es)*

Supongamos que te preparas un sandwich con una rebanada de pan blanco, una rebanada de jamón y otra rebanada de pan integral. Si tu hermano se acerca y te pide la mitad, ¿existirá una forma de dividir mediante un sólo corte los ingredientes de tal forma que a cada uno le toque exactamente la mitad del sandwich? Este problema tan simple puede convertirse en la necesidad de dividir volúmenes de líquidos, paquetes o diferentes sólidos en general simultáneamente empleando un solo plano. Daremos respuesta a esta pregunta mediante la topología algebraica. En general, si tenemos  $n$  subconjuntos acotados Lebesgue medibles en  $\mathbb{R}^n$ , existe un hiperplano que bisecta cada uno de ellos. Presentaremos la demostración de éste teorema como consecuencia del Teorema de Borsuk-Ulam, y otros resultados importantes como el teorema de punto fijo.

## Topología General

**Analizando los tipos de órbita que se generan con una acción de  $SO(3)$  sobre espacios de matrices.** (CAR)

*José Crispín Alvarado Calderón (jose.alvarado@cimat.mx)*

En matemáticas siempre es importante contar con ejemplos que permitan comprender las definiciones y conceptos que forman parte de la teoría correspondiente y el caso de los grupos topológicos de transformaciones no es la excepción. Dado un grupo topológico  $G$  y  $H \leq G$ , denotamos por  $(H)$  la familia de todos los subgrupos de  $G$  que son conjugados con  $H$ , es decir,  $(H) = \{gHg^{-1} | g \in G\}$ . El conjunto  $(H)$  es llamado un tipo de  $G$ -órbita (o simplemente un tipo de órbita). En esta plática se analizará una acción del grupo de rotación  $SO(3)$  sobre el espacio  $X$  conformado por las matrices simétricas de  $3 \times 3$  con entradas reales y traza cero, esto con la intención de analizar los tipos de órbita que se generan bajo esta acción y observar que en algunos casos resultan espacios topológicos muy interesantes.



**Conjuntos  $\omega$ -abiertos.** (CAR)

Ana Cecilia Sierra Cuevas, Fernando Orozco Zitli (acsierrac@uaemex.mx)

Sea  $(X, \tau)$  un espacio topológico. Sea  $W$  un subconjunto del espacio  $(X, \tau)$ .  $W$  es llamado conjunto  $\omega$ -abierto si y sólo si para cada  $x \in W$  existe  $U \in \tau$  tal que  $x \in U$  y  $U \setminus W$  es a lo más numerable. La familia de todos los subconjuntos  $\omega$ -abiertos del espacio  $(X, \tau)$  denotada por  $\tau_\omega$  forma una topología sobre  $X$  más fina que  $\tau$  y la colección  $\{U \setminus C : U \in \tau \text{ y } C \text{ es un subconjunto de } X \text{ a lo más numerable}\}$  forma una base para  $\tau_\omega$ . En esta plática presentaremos algunas propiedades del espacio topológico  $(X, \tau_\omega)$  y la relación entre los espacios  $(X, \tau)$  y  $(X, \tau_\omega)$ .

**De semiestratificable a D-espacio.** (CAR)

Karen Clemente Robles (kcrobles20@gmail.com)

Desde 1979 la noción de D-espacio ha sido un concepto muy estudiado en topología general. Dado  $X$  un espacio topológico  $T_1$ ,  $X$  es un D-espacio, si para toda asignación de vecindades abiertas  $\mathcal{U}$ , existe  $D \subset X$  tal que  $D$  es discreto, cerrado y  $\{U(x) : x \in D\}$  es una cubierta abierta de  $X$ . En 1991, C.R. Borges y A. C. Wehrly dan a conocer la relación que existe entre los espacios semiestratificables y los D-espacios, y presentan una primera prueba del resultado. Diez años después, W. G. Fleissner y A. M. Stanley, mediante una caracterización de los espacios semiestratificables, simplifican, de alguna manera, la demostración anterior. En esta plática expondremos dicha relación y abordaremos una comparativa de las pruebas antes mencionadas.

**Ejemplos y contraejemplos de la propiedad de conexidad.** (CAR)

Jonathan Xolo Fiscal, David Herrera Carrasco (xolo-63\_@hotmail.com)

En el presente trabajo explicaré el concepto de conexidad, utilizando una serie de ejemplos de conjuntos conexos, arco-conexos, localmente conexos y conexos en pequeño. También trabajaré ejemplos de conjuntos desconexos y totalmente desconexos. ¿Existe un conjunto conexo  $X$  tal que para  $p \in X$ ,  $X - \{p\}$  es totalmente desconexo? Dando respuesta a esta pregunta, presentaré la construcción de un conjunto conexo tal que si le quitamos un punto nos queda un conjunto totalmente desconexo.

## Miercoles 25 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 13:00 Hrs.

### Án alisis

#### Diferencias entre los conceptos de continuidad y continuidad uniforme. (CAR)

Luis Angel Saldaña Cabezas, Omar Rosario Cayetano, (luis.angel.aca@gmail.com)

De manera breve, este trabajo tiene la finalidad de transmitir al espectador de una manera clara y sencilla la diferencia formal entre los conceptos de continuidad y continuidad uniforme, así como su representación visual para casos sencillos en los que las funciones estudiadas están definidas en espacios como la recta real y el plano euclidi no

#### El teorema de Fubini para Integrales de Lebesgue-Stieltjes dobles. (CAR)

Leonardo García Hern andez, Francisco Javier Mendoza Torres (leo23235@gmail.com)

Sean dos funciones  $\alpha_1, \alpha_2$  de variación acotada, y dos intervalos compactos  $l_1, l_2$  respectivamente. Sea  $f: l_1 \times l_2 \times \mathbb{R}$  una función. En esta exposición, exhibiremos condiciones para que se cumpla una versión del teorema de Fubini para la integral de Lebesgue-Stieltjes de  $f$  con respecto a  $d(\alpha_1 \times \alpha_2)$ .

#### Espacios de Hilbert de dimensión numerable. (CAR)

Yareli Villalba Segovia (eli.v\_15@hotmail.com)

Un espacio vectorial  $\mathcal{H}$  sobre un campo  $\mathbb{K}$  con un producto interior es un espacio de Hilbert si  $\mathcal{H}$  es completo con la métrica inducida por la norma que se hereda del producto interior. Un hecho conocido es que los espacios euclidi nos de dimensión finita son completos con la métrica usual y que esta métrica es heredada del producto interior usual en  $\mathbb{R}^n$ , por lo tanto, son espacios de Hilbert. Podemos pensar en los espacios de Hilbert como una generalización de los espacios euclidi nos ya que todo espacio vectorial de dimensión finita  $n$  sobre el campo  $\mathbb{K}$  es homomorfo al espacio  $\mathbb{K}^n$ , en est  plática hablaremos sobre las condiciones que son necesarias y suficientes para encontrar un representante, bajo la relación de homeomorfismo, de los espacios de Hilbert de dimensión infinita numerable. Destacando la estrecha relación entre la estructura topológica y la algebraica.

#### Espacios normados asimétricos de dimensión finita. (CAR)

Cuauhtémoc Héctor Castañeda Roldán, Ricardo Vázquez Huerta (ccroldan@mixteco.utm.mx)

Es bien conocido el concepto de espacio normado dentro de las Matemáticas. En trabajos relativamente recientes, se prescinde de la condición de simetría en su definición, para abordar el estudio de espacios más generales. Queremos presentar una introducción a estos temas y enfocarnos en los espacios asimétricos de dimensión finita, para determinar si se pueden trasladar a este contexto algunos resultados interesantes de los espacios normados, como, por ejemplo, el teorema que dice que dos normas cualesquiera son, topológica y métricamente, equivalentes. Asimismo damos ejemplos de estos espacios, con ilustraciones de sus entes topológicos básicos, como son las bolas abiertas.

### Análisis Númerico y Optimización

#### Análisis numérico de sistemas de EDP's parabólicas mediante el Método Monótono. (CAR)

Jonathan Verdugo Olachea, Silvia Jerez Galiano (jhon\_verdugo@hotmail.com)

En este trabajo se adapta el método analítico conocido como el método monótono junto con la técnica de soluciones superiores e inferiores para la resolución numérica de ecuaciones diferenciales parciales parabólicas del tipo advección-difusión-reacción (ADR). Se estudia teóricamente su estabilidad, consistencia y convergencia. Estos resultados son validados con simulaciones numéricas.

#### C culo de la integral de Kirchoff-Fresnel usando Monte Carlo. (CAR)

Wuiyevaldo Fermín Guerrero Sánchez, Rafael de Jesús Oliva López, Graciela Gaona Bernabe (wferming@gmail.com)

En este trabajo se usará el Método de Monte Carlo para evitar los engorrosos detalles analíticos cuando se quiere resolver la integral de Kirchoff-Fresnel al tratar con aberturas sencillas, y se muestra una metodología para calcular dicha integral numéricamente.

**El método HBT en ecuaciones integrales tipo Fredholm. (CAR)**

*José Alfonso Cabrera Sánchez, Carlos Alberto Hernández Linares, Brenda Tapia Santos (cabfoncho\_94@hotmail.com)*

En el siguiente trabajo, explicaremos el método de funciones híbridas de pulso y series de Taylor para resolver las ecuaciones integrales no lineales del tipo Fredholm, HBT (por sus siglas en inglés "Híbrido de Block-pulse functions and Taylor series). Inicialmente, daremos una revisión de todas las herramientas necesarias para aplicar el método HBT. Posteriormente se convertirá la ecuación integral de Fredholm en un sistema de ecuaciones no lineales, el cual puede ser resuelto aplicando el método de Newton. También daremos un criterio de convergencia para garantizar el funcionamiento de dicho método. Finalmente, mostraremos 3 ejemplos ilustrativos, mediante los cuales podremos observar los pros y contras entre la solución exacta del sistema (utilizando el criterio de convergencia) y el método numérico, demostrando que el método analítico con el criterio de convergencia es mucho más eficiente que el numérico, pero en ocasiones es necesario el uso de métodos como el HBT para aproximar soluciones que no resultan fáciles de resolver por el método analítico, y mediante una tabla gráfica comparativa, se observará que el HBT se acerca de una forma bastante exacta a la solución analítica.

**Invirtiendo cuadrados mágicos. (CAR)**

*Gabriel Kantún Montiel, Víctor Manuel Méndez Salinas (gkantun@unav.edu.mx)*

Aunque los cuadrados mágicos fueron conocidos en China al menos desde el 2200 a.C., se conocen con este nombre desde alrededor de 1950. Se trata de matrices cuadradas en las que la suma de los números en las filas, en las columnas, y en las dos diagonales es la misma. En esta charla discutiremos cuándo un cuadrado mágico es invertible y, en el caso de que no lo sea, presentaremos algunas inversas generalizadas.

**Multiplicadores de Lagrange para la determinación de fuentes volumétricas. (CAR)**

*Gloria Yadira Trinidad Bello (gloriatrinidad@hotmail.es)*

Entre las principales técnicas de estudio del cerebro se encuentra el electroencefalograma (EEG), el cual registra potenciales provenientes de la actividad eléctrica del cerebro, particularmente aquella que es generada por grandes conglomerados de neuronas llamados fuentes bioeléctricas y que serán de nuestro interés. Los modelos que describen la actividad eléctrica del cerebro nos han llevado al estudio de dos problemas matemáticos, en los cuales se considera al cerebro como un medio continuo conductor, con cierta geometría y conductividad variable. El problema a estudiar es el llamado problema inverso electroencefalográfico, mediante la solución numérica del subproblema de detección de la fuente en una región compleja, a partir de los datos conocidos como el potencial y el flujo de corriente en la frontera. Se utiliza una metodología basada en el uso del método de Multiplicadores de Lagrange y Gradiente Conjugado.

## Biomatemáticas

**Modelo matemático de un proceso de lisis de células tumorales sujetas a una terapia de oncovirus. (CAR)**

*Federico Porras Bautista (fpb2453@hotmail.com)*

Los adenovirus oncolíticos han sido empleados mayormente en inmunoterapias en cáncer, debido a su habilidad de infectar selectivamente y replicarse en células tumorales. Sin embargo, se ha observado que la actividad antitumoral oncolítica no es suficiente para eliminar de forma efectiva a los tumores, por lo que es un tema abierto el diseño de estrategias para mejorar su eficacia terapéutica. Aunque no se entiende por completo, la actividad de los virus oncolíticos se cree que se lleva a cabo mediante dos distintos mecanismos: replicación rápida selectiva dentro de las células tumorales, resultando en un efecto lítico directo sobre dichas células; e inducción de una inmunidad antitumoral sistémica. La contribución relativa de ambos mecanismos puede diferir dependiendo de la naturaleza y tipo de célula cancerígena, las características del vector viral, y la interacción virus con el microambiente tumoral y el sistema inmunitario huésped. En el presente trabajo se pretende plantear un modelo matemático que describa en el caso de una célula el proceso de su muerte, dicho proceso se lleva a cabo por medio de varias etapas desde que el virus se adhiere a la célula pasando por la replicación en su interior y finalmente su salida mediante lisis. En este proyecto nos proponemos estudiar primeramente, las características elásticas y termodinámicas de membranas celulares, sujetas a cambios en su conformación espacial. Por otro lado, analizamos un tipo de modelo de crecimiento de población de virus, el cual deseamos incorporar a las variaciones de forma de la membrana celular, a través de las propiedades elásticas de la membrana de la célula huésped. Finalmente, analizaremos los casos de ruptura de la membrana, en función del crecimiento de la población de los virus u algún otro mecanismo indirecto inducido por los virus que conduzca a tal ruptura. El propósito del planteamiento del modelo es la descripción cuantitativa del proceso en la escala celular y *in vitro*.

**Residuos grasos arrojados en las bahías de la zona costera de Lima-Perú y su impacto en la fauna aérea.** (CAR)*Stalein Jackson Tamara Tamariz* (stalein.tamara@ulcb.edu.pe)

El siguiente artículo residuos grasos arrojados en las bahías de la zona costera de Lima-Perú y su impacto en la fauna aérea, tuvo como objetivo general: Formular modelos que contribuyan al análisis del impacto ambiental en el comportamiento biológico de las aves por parte de los residuos grasos arrojados al mar. Los modelos a usarse son modelos trigonométricos, probabilistas y de regresión múltiple. Para optimizar los modelos se usó la Metodología de Superficie de Respuesta. La investigación tuvo como conclusión que la presencia de residuos grasos presentes en las aguas residuales arrojadas en las zonas costeras de Lima - Perú influye en la cacería de las aves de manera significativa lo que provocaría su extinción. Palabras claves: Aguas Residuales, Residuos Grasos, Modelo Matemático, Impacto Ambiental. Optimización.

**Un modelo matemático para controlar el dengue vía la incorporación de moscos estériles.** (CAR)*Saskia Johanna van der Werff Vargas, Luis Franco Pérez, Mayra Núñez López* (sjwerff@gmail.com)

Existen al menos cinco enfermedades transmitidas por mosquitos (como zika, dengue, malaria, chikungunya y fiebre amarilla), cada una causando miles de casos de enfermos en el mundo. El dengue, por ejemplo, éste afecta permanentemente a más de 100 países, y se estima que dos quintas partes de la población mundial se encuentra en riesgo de contagiarse. La Organización Mundial de la Salud contabilizó 2,338,848 casos sospechosos de dengue el año pasado, de los cuales 130,069 fueron en México. Los métodos para controlar el esparcimiento de la enfermedad, aparte de las vacunas, se traducen en controlar la población de moscos. El método más común es esparcir químicos en todas las superficies de agua estancada o en el aire, lo que también daña a los humanos, además los moscos han mutado para que no les afecte tanto. Otro método es la técnica en la que se esterilizan moscos para reducir la población de los mismos y en consecuencia, el número de infectados. En el siguiente trabajo se propone un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias para modelar el control de enfermedades generadas por vector. El sistema considera distintas etapas en el ciclo de vida de los moscos, la transmisión del virus mosquito-humano, humano-mosquito y la transmisión vertical. Además, tomamos en cuenta una población introducida de mosquitos estériles y la interacción con la población no estéril. Se considera un modelo del tipo SIR para la dinámica de la población humana. Mostraremos resultados analíticos y simulaciones para entender la dinámica del sistema.

**Un modelo sobre infecciones por anquilostomas y el metabolismo del hierro en los humanos.** (CAR)*Carlos Gerardo Hernandez Cabrera, Evodio Muñoz Aguirre* (carlos.hmath@outlook.com)

En este trabajo se explica como el metabolismo del hierro en los humanos es afectado por infecciones producidas por anquilostomas. Se presenta un modelo matemático conocido en la literatura para explicar éste fenómeno debido a infecciones de anquilostomas de intensidad variable. Este modelo se centra en la importancia de la regulación de los niveles de hierro almacenado en el proceso del metabolismo. Además se presentan resultados en donde se comparan los metabolismos de una mujer embarazada y una mujer no embarazada.

## Estadística

**Análisis estadístico del programa "Peer Led Team Learning" en la Universidad del Estado de California Channel Islands.** (CAR)*Emmanuel Rivera Guasco, Mary DiCioccio, Lucero Ramirez, Angel Ramos* (emmanuel\_mtx@live.com.mx)

Peer Led Team Learning (PLTL), es un modelo de aprendizaje que recluta estudiantes que han tenido un desempeño sobresaliente para convertirse líderes de un grupo de estudio, y así, brindar apoyo a futuros estudiantes en el mismo curso. El objetivo de este proyecto de investigación es observar el efecto del programa en CSUCI en cursos básicos de ciencias ("STEM gateway") Utilizando una base de datos, la cual contiene información acerca del programa desde su creación en el primer semestre del 2012 hasta el segundo semestre del 2016, se pretende analizar la distribución de los estudiantes e identificar tendencias relevantes a través de los 9 semestres que componen la base. Por otra parte, usando métodos estadísticos tales como: modelos lineales generalizados (regresión logística en particular), pruebas Chi-cuadrada y pruebas Z, se pretende examinar el impacto que el programa tiene en los índices de aprobación, y así, presentar evidencia estadística de su eficiencia. Finalmente, se darán algunas recomendaciones para mejorar el programa en CSUCI, dando la oportunidad a futuros estudiantes de recibir una mejor atención.

**Aplicación del modelo de regresión binomial negativa para modelar el crecimiento poblacional de la mosca pinta (*Aeneolamia* spp).** (CAR)*Juan Elías Solís Alonso, María Guzmán-Martínez, Ramón Reyes-Carretero, Flaviano Godínez-Jaimes, José C. García-Preciado, Marcelino Álvarez-Cilva* (juanelias.solisalonso@gmail.com)

En la actualidad existe un gran interés por modelar la población de las plagas de cultivo, dicho interés radica principalmente, en el control de la población de la plaga para que no cause daños severos o en el peor de los casos la pérdida del cultivo. Entre las propuestas

que existen en la literatura para la modelación del comportamiento o crecimiento de las plagas de cultivos, están los modelos para dados de conteo, las series de tiempo o las ecuaciones diferenciales, entre otros. En este trabajo se utiliza el modelo de regresión binomial negativa para modelar comportamiento poblacional de la mosca pinta (*Aeneolamia spp*) durante el ciclo soca en la fase de prueba de adaptación de la caña de azúcar (*Saccharum spp*). Palabras clave: Distribución binomial negativa, mosca pinta, caña de azúcar.

#### **Evaluación econométrica de la lucha contra la marginación.** (CAR)

*Jesús Alberto Biu Cabrera* (jesus.biucabrera@gmail.com)

Se presentan los resultados de un modelo econométrico aplicado a los 32 estados de la República Mexicana, con el objetivo de evaluar la lucha contra la marginación. Este modelo se aplicará en los datos publicados por el Consejo Nacional de Población sobre el índice de marginación (variable dependiente) y del INEGI sobre el nivel de gasto público dividido por sectores (variables independientes). En la teoría económica se considera que el estado ejerce gasto para aumentar la equidad socioeconómica, esta herramienta permitirá observar que estados usan eficientemente los recursos públicos para ese fin.

#### **Existencia de interacciones entre los aspectos técnicos y el resultado de la jugada en el tenis de mesa.** (CAR)

*Irma Elibeth Rugerio López, José Dionisio Zacarías Flores, Pablo Rodrigo Zeleny Vázquez* (rugerioe@gmail.com)

Se abordará el rendimiento deportivo desde un enfoque estadístico, analizando las jugadas de apertura durante un partido de tenis de mesa. Este problema puede modelarse como combinación lineal de variables. Estas variables contienen toda la información del problema. El análisis de componentes principales desecha todas aquellas que no poseen información relevante. El análisis factorial permite determinar la correlación entre las variables originales. Se eligieron de forma aleatoria 20 partidos de los principales jugadores mexicanos. Estos fueron observados por un equipo de entrenadores expertos en la disciplina. En este trabajo mostraremos la aplicación del análisis de componentes principales y el análisis factorial para estudiar los datos extraídos de las observaciones, con el objetivo de determinar aquellos factores que explican los errores no forzados. Con todo esto, se desea aportar una solución técnico-táctica para la disminución de errores no forzados durante la competencia.

## Lógica y Fundamentos

#### **Conectivas contractivas no condicionales.** (CAR)

*Elisángela Ramírez Cámara, Luis Estrada González* (eliramirez@gmail.com)

Una afirmación ampliamente aceptada es que las conectivas contractivas son condicionales. Restall (1993) dice: "Un operador que satisfaga las tres condiciones [que definen a una conectiva contractiva] es considerado como una implicación contractiva". Esto es repetido por Rogerson y Butchart (2002). Beall y Murzi (2013) dicen que "cualquier conectiva que exhiba [las tres condiciones que definen a una conectiva contractiva] es suficientemente cercana al comportamiento de un condicional como para ameritar ser etiquetada como una '[paradoja de] c-Curry'", esto es, "la paradoja de Curry condicional estándar". Aquí daremos algunos ejemplos que muestran que, en general, una paradoja de Curry que involucra una conectiva contractiva no siempre es un caso de una paradoja c-Curry.

#### **Los órdenes Eta y su relación con el producto Lexicográfico.** (CAR)

*Héctor Olvera Vital* (hector.olvera@ciencias.unam.mx)

Los órdenes Eta generalizan la propiedad de densidad de los órdenes lineales. Por ejemplo, los números racionales y los números reales son órdenes Eta 0, pero no son Eta 1. Para construir órdenes Eta se recurre al producto Lexicográfico de órdenes.

## Matemática Educativa

#### **Ejemplo de una actividad reveladora del pensamiento del profesor.** (CAR)

*Angelina Alvarado Monroy* (aalvarado@ujed.mx)

En esta plática se presenta una actividad que brinda al profesor la oportunidad de interpretar el pensamiento de sus estudiantes al mismo tiempo que deja evidencia de su propio pensamiento. Dicha actividad se diseñó dentro de la perspectiva de Modelos y Modelación para la enseñanza, aprendizaje y resolución de problemas matemáticos (Doerr y Lesh, 2003) y fue implementada con dos grupos de formación inicial docente. La experiencia se analizó y documentó a través del registro de las respuestas de los

participantes, en las cuales, toman en cuenta las evidencias de trabajo del estudiante, que aparecen detalladas en la situación, para tratar de comprender el pensamiento que lo condujo a elaborar sus conjeturas. Finalmente, la actividad ha dejado ganancia conceptual al contenido matemático del profesor, además de prepararlo en la construcción y aprendizaje de diferentes modelos interpretativos (construidos por él y sus pares) del pensamiento del estudiante.

#### **El ángulo como campo conceptual. (CAR)**

*Heidy Lea Ruiz González, Ricardo Quintero Zazueta (hlruiz@cinvestav.mx)*

El presente trabajo de corte cualitativo está enmarcado en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud y tiene como finalidad discutir el ángulo como un Campo Conceptual. Tanto en el campo de conocimiento matemático como en el de matemática educativa han surgido distintas definiciones, conceptos y significados asociados al ángulo que han sido formuladas atendiendo a distintos elementos. Al examinar estas ideas y conceptos de ángulo nos damos cuenta que es multifacética y al tratar de clarificarla aparecen distintos componentes que en conjunto contribuyen a crear un amplio entendimiento de qué es y cómo se usa. Nos referimos con multifacética al hecho de que no existe un único concepto, y los intentos de caracterizarlo hacen referencia a uno o más elementos que para su análisis se han agrupado en tres componentes: Figural-Relacional, Estático-Dinámico, y Goniométrica. Finalmente se relacionan los elementos teóricos del campo conceptual con el trabajo empírico desarrollado entorno al ángulo.

**Referencias bibliográficas:** Euclides. (1992). Elementos de geometría I-II (pp. 5-79). México: Dirección general de publicaciones UNAM. Freudenthal, H. (1973). Organizing a field - the angle concepts. En *Mathematics as an Educational Task*. (pp. 476-494) Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company. Heath, Thomas L. (1956). Definitions 8,9. En *The thirteen books of Euclid's elements*, Vol. 1, Segunda edición (pp. 176-181) New York: Dover Publications. Mitchelmore, M. C. (1997). Children's informal knowledge of physical angle situations. *Learning and instruction*, 7(1), 1-19. Mitchelmore, M. C. y White, P. (1998). Development of Angle Concepts: A framework for Research. *Mathematics Education Research Journal*, 10(3), 4-27. Vergnaud, Gérard. (1990) La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (2,3), 133-170.

#### **El aprendizaje de fracciones: una propuesta de intervención con estudiantes de quinto grado de primaria. (CAR)**

*Daniel Domínguez Sosa, Cristianne Butto Zarzar (daniel.d.s@outlook.com)*

Las fracciones están presentes en el currículum de la educación básica como se muestra en el plan y programas de estudios de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2011). Se observa, que a pesar de que la mayoría de los estudiantes pasan un tiempo razonable de instrucción escolar, continúan enfrentando dificultades con ese concepto. Estas dificultades se originan, principalmente, del modelo parte-todo. Castro y Torralbo (2001), comentan que en este modelo la fracción es vista como una partición, como la representación de la conjugación de dos acciones: dividir/tomar, dividir/comer, dividir/pintar. Butto (2013) menciona que estudiar fracciones como partes de un todo no posibilita el entendimiento adecuado del concepto y crea una dependencia con los objetos concretos. Además, dificulta la noción de número racional y obstaculiza la formación de ideas abstractas. Block (2008) desarrolló un estudio sobre fracciones con alumnos de primaria, utilizando entrevistas individuales y una secuencia didáctica. Los resultados revelaron que los estudiantes poseen un nivel bajo de apropiación de las fracciones como medida, y conocimiento intuitivo sobre las razones, para resolver solo problemas simples. A partir del trabajo con razones se favorece tanto ese concepto como el de fracciones, al vincular fracciones con su equivalente de razón. Por otro lado, Perera y Valdemoros (2009) desarrollaron un estudio con alumnos de cuarto grado en situaciones de la vida real. Utilizó cuestionarios y entrevistas. Los resultados mostraron que los niños contaban con escasos conocimientos intuitivos respecto a las nociones de fracción. Brousseau, Brousseau y Warfield (2014), basándose en la Teoría de Situaciones, realizaron una serie de sesiones en las que trabajaron con fracciones y decimales. Utilizaron objetos físicos que representaban conceptos matemáticos, que los alumnos podían manipular. Probaron que, en ciertas condiciones, el trabajo conjunto de los alumnos, les ayuda a crear, entender, aprender y usar las matemáticas. Este trabajo indaga sobre los conocimientos de fracciones de los alumnos, para posteriormente, diseñar y aplicar una secuencia didáctica que les permita avanzar conceptualmente y, finalmente, verificar la viabilidad de dicha secuencia. Objetivos del estudio: 1) Detectar dificultades que los alumnos presenten en los conceptos básicos de fracciones. 2) Diseñar y aplicar una secuencia didáctica. 3) Verificar la viabilidad de la secuencia didáctica. Marco teórico: teoría de las trayectorias hipotéticas de aprendizaje propuesta por Simon (1995). Metodología: El corte del estudio es cualitativo. Participantes: 28 alumnos de quinto grado de primaria de una escuela de la Ciudad de México. Etapas del estudio: 1) Cuestionario sobre fracciones, seguido de entrevista clínica piagetiana, 2) Secuencia didáctica y 3) Cuestionario final. Los resultados de la primera etapa del estudio muestran que los alumnos tienen dificultades con la representación de fracciones en cantidad continua y las operaciones con fracciones. También presentan dificultades con las nociones esenciales de las fracciones, por ejemplo, la relación parte-parte y parte-todo, representación de fracciones en la recta numérica y no numérica, en las fracciones equivalentes, entre otras ideas matemáticas, las cuales, se abordan de manera desconectada en la instrucción escolar. Se espera que a partir del trabajo que se desarrolle con la secuencia didáctica, los estudiantes puedan ir superando los obstáculos presentados en la etapa inicial del trabajo.

**Referencias:** Block, D. (2008). El papel de la noción de razón en la construcción de las fracciones en la escuela primaria. En R. Cantoral Uriza, et al, *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte iberoamericano*. México: Ediciones Díaz de Santos (pp. 495-512). Brousseau, G., Brousseau, N., & Warfield, V. (2014). *Teaching Fractions through Situations: A Fundamental Experiment* (1st ed.). New York: Springer. Butto, C. (2013). El aprendizaje de fracciones en educación primaria: una propuesta de

enseñanza en dos ambientes. Horizontes Pedagógicos volumen 15. No. 1, México: iberoamericana, pp. 33–45. Castro, E. y Torralbo, M. (2001). Fracciones en el currículo de la Educación Primaria. En E. Castro. (Ed.), Didáctica de la matemática en educación primaria (pp. 285–314). Madrid: síntesis educación. SEP (2011). Programas de estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Primaria. Quinto grado. Simon, M. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. Journal for Research in Mathematics Education, 26, 114–145. Perera, P. B. y Valdemoros, M. E; (2009). Enseñanza experimental de las fracciones en cuarto grado. México: Santillana (pp. 29-61). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40516761003>.

#### **El cálculo digital como recurso didáctico para las personas sordas. (CAR)**

*Elizabeth Becerra Ramos, Ricardo Quintero Zazueta (ebecerra@cinvestav.mx)*

A lo largo de la historia se han encontrado huellas de que la mano del hombre es el más antiguo y el más generalizado de los auxiliares de cuenta y de cálculo empleados por los pueblos, en diversas épocas y en muchas regiones del mundo. Ifrah (2002) señala que se podría decir que es la primera "máquina de calcular" de todos los tiempos. Y esta "máquina" es ciertamente más cómoda de lo que podrían ser sus ocho tentáculos para un pulpo. En nuestra experiencia con la educación de las personas sordas nos hemos percatado que tienen gran dificultad para aprender, usar y memorizar las tablas de multiplicar. Mucho tiene que ver con las formas de enseñanza de la educación regular, generalmente memorizamos las tablas a partir de la repetición oral y en el mejor de los casos después entendemos como se construyen. Las personas sordas ni siquiera tienen este estímulo auditivo, lo que los obliga a memorizar las tablas de una manera visual que a la larga no les resulta práctico ni eficiente. En esta charla queremos mostrar cómo hemos trabajado con alumnos Sordos, algunas formas de multiplicar con las manos, particularmente un ejemplo que aparece en el libro de Ifrah. Expondremos algunos hallazgos y curiosidades que tienen relación con la numeración en la Lengua de Señas Mexicana. Consideramos que el cálculo digital es un eficiente recurso didáctico para complementar el aprendizaje de temas de matemáticas por ejemplo las tablas de multiplicar. Ifrah, G. (2002). Historia universal de las cifras: España: Espasa Calpe.

#### **Emociones de estudiantes de bachillerato hacia las matemáticas. (CAR)**

*Brenda Ramírez Gómez, María del Socorro García González (brenda26.ramgom@gmail.com)*

En Matemática Educativa, las emociones se estudian desde el dominio afectivo el cual es referido al extenso rango de sentimientos, emociones, creencias, actitudes, valores y apreciaciones en el aprendizaje de las Matemáticas (McLeod, 1992). Las emociones surgen en respuesta a un suceso interno o externo, y tienen una carga de significado positivo o negativo para el individuo (Gómez-Chacón, 2000). De acuerdo a los resultados de algunas investigaciones, los factores afectivos, son capaces de generar satisfacción, frustración, alegría, gusto, repugnancia, o preocupación en quienes protagonizan la clase de Matemáticas repercutiendo en la popularidad de ésta y, por tanto, en su aprendizaje. Se ha hecho también evidente que muchos de los éxitos, o de los fracasos, escolares no siempre dependen de las capacidades cognitivas de los sujetos, sino del uso inteligente de sus emociones (Gómez-Chacón, 2000). El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las emociones hacia las Matemáticas de un grupo de 33 estudiantes de bachillerato general de la Universidad Autónoma de Guerrero, que cursaban el segundo grado, con una edad entre los 17 y 20 años de edad, de los cuales 18 fueron hombres y 15 fueron mujeres. Se siguió un enfoque cualitativo, debido a que interesaba conocer las emociones de los estudiantes hacia las matemáticas y que las desencadenaba. Por tal razón se usó como marco teórico-metodológico la Teoría cognitiva de la estructura de las emociones (teoría OCC, Ortony, Clore, & Collins, 1988). La recolección de datos se hizo mediante un cuestionario cuyas preguntas estuvieron enfocadas a conocer las emociones experimentadas por los participantes en sus clases de matemáticas y profundizar en las situaciones que las desencadenaban. El análisis de datos se basó en la tipología señalada por la Teoría OCC.

#### **Enseñanza de la estadística en el grado decimo JM IE La Esperanza usando como estrategia de Aprendizaje Facebook, Whatsapp y Blogger. (CAR)**

*Maoly Sandrit Blanco Contreras, William David Cervantes Jaraba, Romelio Gonzalez Daza (csandrit@gmail.com)*

El mundo actual está sometido a vertiginosos cambios impulsados por los grandes avances tecnológicos, destacables dentro ellos las redes sociales que transformaron la sociedad y las comunicaciones, claro que en algunos casos los jóvenes dedican mucho tiempo a estas de forma improductiva. El propósito de esta investigación es sacar provecho, de estas nuevas tecnologías, erradicando los elementos distractores y convirtiéndolas en una herramienta para mejorar los desempeños académicos y el proceso enseñanza – aprendizaje de la estadística a nivel de la media grado 10 en una Institución Educativa (IE) de la ciudad, Caso: IE La Esperanza Se pretende entonces plantear una estrategia para la utilización de las redes sociales, como Facebook, Whatsapp y Blogger en la enseñanza de la estadística especialmente en las actividades extra clases, creando grupos privados donde los estudiantes puedan realizar actividades simuladas en línea con resultados en tiempo real, diseñadas por su docente y gestionadas algunas en la red, de tal forma que se fortalezca la dinámica de trabajo, pues se espera mejorar la integración grupal, ampliar espacios de asesorías y que se puedan brindar de forma sincrónica y asincrónica, que los estudiantes interactúen más entre ellos acerca de la temática abordada, compartan fortalezas y debilidades, logrando que entre ellos se asesoren y discutan los temas. Los autores además medirán el impacto que generará el uso de las redes sociales como Facebook, WhatsApp y Blogger como método de apoyo educativo y estrategia de enseñanza de la estadística. Palabras Claves: Redes Sociales, Educación, Enseñanza, grupos de estadística.

**Estudio exploratorio del concepto de pendiente en alumnos de ciencia de la electrónica.** (CAR)

*Carmina Sánchez Zárate, Zeleny Vázquez Pablo Rodrigo* (friendsmina\_29@hotmail.com)

En esta ponencia se reportan los resultados de una pequeña investigación de tipo exploratorio que se realizó con alumnos de la Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Se plantea la pregunta abierta: Dada una recta de pendiente  $m$  (positiva), explica cómo dibujar una recta de pendiente  $m/2$ . Se aclara que no se debe utilizar la fórmula de la recta  $y = mx + b$ , sino explicar cómo hacer el dibujo de la recta. La pregunta se obtuvo de Camargo y Guzmán donde ellas indican que la respuesta más común es dividir el ángulo que forma la recta con el eje X entre dos, ya que los alumnos no ven a la pendiente de la recta como el cociente de la diferencia de alturas y la diferencia de horizontales, y que este es un valor constante. Esto se presenta porque los estudiantes no tienen la habilidad de ver la pendiente como una razón de cambio y por lo tanto tendrán dificultades con el concepto de derivada.

**Explorando emociones diarias de aula en profesores de matemáticas de nivel medio superior.** (CAR)

*Yuridia Arellano Garcia, Gustavo Martínez-Sierra, Antonia Hernández-Moreno* (yaregar@gmail.com)

Aunque diversos autores señalan la importancia de las emociones en los procesos de enseñanza, poco se ha investigado en niveles diferentes al básico y en temas distintos a la ansiedad matemática. Nuestra investigación busca identificar las emociones que experimenta en el aula diariamente un profesor de matemáticas de nivel medio superior y las condiciones que desencadenan tales emociones. Analizamos las experiencias reportadas por el participante después de trece lecciones de Cálculo Integral, a través de la teoría de la estructura cognitiva de las emociones. Los resultados muestran que las emociones que el participante experimenta en el aula son principalmente de satisfacción, aprecio y decepción, desencadenadas por seis tipos de condiciones: el logro de la actividad planeada, la colaboración, la participación, la actitud, la autonomía y la comprensión y aprendizaje de los estudiantes. Además, planteamos la hipótesis que las creencias matemáticas son el soporte de la experiencia emocional del profesor.

**Geogebra una herramienta para simular prácticas sociales sobre el llenado de contenedores en la exportación de productos, en el área de Logística Internacional.** (CAR)

*Noé Camacho Calderón, Jose Luis Tapia Falcón, Lic. Claudia, Diana Ruíz Vázquez, Karla Karina Farias Chavéz, Lizbeth Magdalena Aviña Barreto* (noeilyn\_21@hotmail.com)

Hablar de matemáticas es hablar del monstruo más temible entre los estudiantes, ya que desde pequeño el estudiante va adquiriendo esta idea influenciado por supuesto, por los mismos padres y hermanos e incluso hasta de los mismos maestros (Camacho, 2015). Con frecuencia encontramos exclusión por parte de nuestros familiares o amigos respecto a las matemáticas, sin darnos cuenta que vivimos con ellas en nuestro quehacer diario (prácticas sociales). La Reforma Integral de Educación Media Superior RIEMS (2008), propone que los estudiantes desarrollen competencias disciplinares y para la vida, de manera que estén preparados para enfrentarse al ámbito laboral y de esta manera ser buenos profesionistas. Una de estas competencias es "Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos" (competencia genérica) y "Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales" (competencia disciplinar), (UAGro, 2010, p. 11). El desarrollo de tales competencias depende principalmente de dos factores, la sociedad y los profesores, el profesor tiene una ardua labor como actor intelectual en el proceso enseñanza-aprendizaje de conceptos matemáticos en el aula. Para que los estudiantes puedan relacionar tales conceptos en el ámbito social o en el entorno que los rodea, para ello es importante contar con profesores que tengan una actitud positiva y que estén dispuestos a cambiar los hábitos que tienen en el quehacer docente. De manera que participen activamente en capacitaciones con el uso de software educativos (herramienta tecnológica) y elaboración de diseños de aprendizajes (herramienta didáctica) que coadyuben a la enseñanza de los conceptos asociados a la solución de problemas, a fin de diseñar situaciones de aprendizaje que involucren simulación de prácticas sociales. No obstante, dentro del ámbito educativo como tal se carece de ofertas de capacitación, y como ya se han mencionado en otras ocasiones (camacho, 2015), en la práctica se constata que los profesores carecen de estas herramientas para desarrollar las competencias que la RIEMS propone. Dentro del campo de la simulación Arrieta (2003), considera que las prácticas sociales pueden generar dicho conocimiento dentro del aula, por lo que compartimos esta idea. Sin embargo, en las regiones rurales, indígenas o marginadas por lo general no es posible realizar una práctica social tal como la ejercemos en las zonas urbanas, por lo que el desarrollo de competencias que la RIEMS propone es aún más difícil para el docente, ya que en esos lugares en la mayoría de los casos no se dispone del material adecuado para desarrollar estas prácticas. Para contribuir a la solución de esta problemática se desarrolla una experiencia con la participación de un grupo de profesores de las áreas de logística internacional en el nivel superior, dentro de la cual se modela una práctica sobre el llenado de contenedores para la exportación de productos hacia el extranjero utilizando el Software Educativo Geogebra, llevando a cabo la construcción de saberes de matemáticas, ciencias económicas y ciencias sociales. Palabras clave: Simulación de fenómenos, Práctica social simulada, GeoGebra.



**Implementación de la Realidad Aumentada como herramienta de apoyo educativo en la enseñanza de la Matemática.** (CAR)  
*Carlos Alberto Palafox Benitez* (palafox\_carlos\_a@hotmail.com)

El hombre, desde sus inicios ha buscado el uso de herramientas para transmitir el conocimiento, antes de tener la capacidad de hablar, se comunicó por primera vez a través del uso de pinturas en una cueva, la cual utilizaban para ilustrar técnicas de caza o mostrar los labores realizadas a los demás, logrando así no solo un medio de comunicación, sino también, de aprendizaje. A lo largo de su desarrollo, el hombre ha implementado las nuevas técnicas y herramientas adquiridas para distribuir los conocimientos, un caso notable en la historia es el uso de una pizarra para amplificar el número de observadores al realizar una enseñanza, y así mismo vemos como instrumentos simples como la cuerda utilizada en el sistema de suma inca, o el uso del Abaco han evolucionado gracias a la creación de nuevas herramientas como la calculadora, o las computadoras, de tal modo que ahora en la época actual cualquier conocimiento es fácil de transmitir desde un punto hasta casi cualquier parte del mundo, dado a los conocimientos y herramientas de nuestra época. Pero, como sabemos, no estamos en el máximo desarrollo evolutivo de nuestra especie, esto implica que seguiremos desarrollando nuevas capacidades, y con ello nuevos conocimientos, y para ello necesitaremos también nuevas técnicas y herramientas, para transmitir estos conocimientos de la manera más apropiada posible. De este concepto nace la idea de implementar una de las herramientas más novedosas de nuestra época, conocida como la Realidad Aumentada, pues al ser una tecnología sumamente avanzada y con una fácil manipulación se cree que es el futuro en la educación, por lo cual, y no solo en opiniones de algunos críticos, si no, históricamente hablando, es lógico el querer utilizarla para la transición de conocimientos a las personas y de este modo lograr una nueva era en la que la enseñanza ha dado un paso más hacia la evolución. La Realidad Aumentada es una herramienta tecnológica que ha estado tomando fuerza, cada vez se usa en más y más áreas, como son el marketing, turismo, aprendizaje, aplicaciones militares, tutoriales, etc. Pero implementación en el sector educativo aun no es notable, para lo cual, será necesario mucho trabajo de desarrollo, pero siendo el entorno educativo muy extenso, hablar de aplicar la Realidad Aumentada a este entorno de lleno, sería un atrevimiento muy grande, por lo cual, será necesario mencionar, que el primer paso sería implementarlo en solo un área de estudio específico, para realizar un estudio adecuado y conveniente de los factores educativos y ver la viabilidad del proyecto, en este caso estamos hablando del sector de estudio de las Matemáticas. Al inicio lo más pertinente sería introducirla en el sector educativo solo como una herramienta de apoyo, el programa se realiza en 3 pasos: 1.- Añadir etiquetas a los libros de texto (Libros Aumentados) 2.- Tutoriales de descarga, instalación y uso de la aplicación 3.- Ocupar las aplicaciones como apoyo en el aprendizaje de los temas.

## Probabilidad

**Análisis estadístico de asignaturas (Matemáticas Básicas y Cálculo Diferencial).** (CAR)

*Gabriela López Villanueva, Velasco Luna Fernando, Tajonar Sanabria Francisco Solano, Cruz Suárez Hugo Adán*  
(lopez16gaby25@gmail.com)

En la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FCFM-BUAP) una de las materias de mayor importancia es la de Matemáticas Básicas, la cual los alumnos la tienen que cursar el primer semestre, es decir, al inicio de la licenciatura. En ésta se abordan temas relacionados a la lógica, teoría de conjuntos, teoría de los números reales y finalmente una introducción a la teoría de funciones. Por los conceptos tratados en la asignatura es una materia de suma importancia para el desempeño del alumno a través de la licenciatura. Se tiene la idea de que la asignatura de Matemáticas Básicas permite ver cómo será el aprovechamiento del alumno con materias subsecuentes y para evitar la reprobación en materias como Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Álgebra Lineal, entre otras. En esta investigación se llevó a cabo un análisis estadístico consistente en tablas de contingencia y de regresión lineal múltiple con el fin de determinar la posible relación entre la calificación obtenida por el alumno en asignatura de Matemáticas Básicas y la calificación obtenida en la asignatura de Cálculo Diferencial.

**La caminata aleatoria de Lindley en los procesos de decisión de Markov.** (CAR)

*Rubén Blancas Rivera, Hugo Adán Cruz Suárez* (rublan.fcfm@gmail.com)

El trabajo se enfoca en la presentación de la caminata aleatoria de Lindley en el contexto de Procesos de Decisión de Markov. Primeramente se considera una adaptación del modelo al área de sistemas de inventarios. A continuación se expone una versión controlada de la caminata aleatoria de Lindley y se plantea el problema de control óptimo. Finalmente se proveen condiciones en el modelo de control, con la finalidad de caracterizar la solución óptima por medio de la técnica de Programación Dinámica.

## Sistemas Dinámicos

### **Análisis de estabilidad y solución de modelos matemáticos dinámicos de orden fraccional y orden fraccional distribuido de reactores de polimerización de poli (metacrilato de metilo).** (CAR)

*Luis Felipe Velázquez León, Guillermo Fernández Anaya, Martín Rivera Toledo (luis.velazquez01@correo.uia.mx)*

En este trabajo de investigación, se estudia la estabilidad asintótica y la solución aproximada de modelos matemáticos dimensionales que gobiernan el comportamiento dinámico de reactores de polimerización de poli(metacrilato de metilo) por lotes y de tanque agitado con mezcla perfecta, que son sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales de primer orden autónomas. Se consideran los modelos de orden fraccional conmensurados, mediante el uso de las definiciones de derivada fraccional de acuerdo a Caputo y a Grünwald – Letnikov, y orden fraccional distribuido, para dos casos muy particulares, uno para cada tipo de reactor. Como primera aproximación, los modelos dinámicos se linealizan, mediante series de Taylor, en sus puntos de equilibrio y otros puntos de operación. Posteriormente, se les aplican análisis de estabilidad asintóticos y se resuelven analíticamente mediante transformada de Laplace, para poder simularlos y así obtener sus respuestas dinámicas. Las funciones de Mittag – Leffler juegan un papel primordial en las soluciones explícitas de los modelos linealizados. Finalmente, se aplica la definición de derivada fraccional de acuerdo a Grünwald – Letnikov para resolver numéricamente los modelos dinámicos no lineales de ambos tipos de reactores. Para el reactor de polimerización de tanque agitado con mezcla perfecta, los resultados demuestran que, en el estado estacionario físicamente viable, los sistemas dinámicos de primer orden, orden fraccional, y orden fraccional distribuido, este último con una función de densidad generalizada, son asintóticamente estables. Para el reactor de polimerización por lotes, los resultados muestran que, en los puntos de equilibrio, los sistemas dinámicos de primer orden, orden fraccional, y orden fraccional distribuido, son críticamente estable, inestable y asintóticamente estable, respectivamente. Para este reactor, se propone una función de densidad generalizada en las derivadas de orden fraccional distribuido que logra estabilizar a los sistemas dinámicos de primer orden y orden fraccional en sus puntos de equilibrio. Se investiga y discute la congruencia existente entre los resultados arrojados por los análisis de estabilidad asintóticos y los obtenidos a través de las simulaciones. Para los sistemas de orden fraccional, se hace una discusión de resultados desde las perspectivas matemática e ingenieril, en el caso de ésta última, solo para algunos valores de los órdenes arbitrarios de las derivadas de los modelos dinámicos y ciertos intervalos de tiempo. Para el sistema de orden fraccional distribuido del reactor de polimerización de tanque agitado con mezcla perfecta, se hace un análisis de resultados desde los enfoques matemático y aplicativo, mientras que, para los sistemas de orden fraccional distribuido del reactor de polimerización por lotes, se realiza una discusión de resultados únicamente desde la perspectiva matemática. Todos los sistemas dinámicos, resueltos y simulados con ayuda del lenguaje de programación MATLAB, modelan reactores de polimerización que operan en régimen isotérmico y que consideran únicamente la parte de las reacciones químicas en los coeficientes cinéticos, los cuales juegan un rol fundamental en todas las soluciones de los modelos matemáticos llevadas a cabo.

### **Coexistencia de poblaciones en un modelo depredador presa con crecimiento logístico y respuesta funcional tipo Crowley-Martin.** (CAR)

*Nashiely Juanita López López, Manuel Falconi Magaña, Gamaliel Blé González (juanita\_1150@hotmail.com)*

En este trabajo se analiza la dinámica de un sistema de ecuaciones diferenciales en el plano, el cual considera la interacción de una presa con crecimiento logístico y un depredador con respuesta funcional tipo Crowley-Martin. Se determinan condiciones en los parámetros que garantizan la existencia de un punto de equilibrio o un ciclo límite y se analiza la estabilidad de cada uno de los conjuntos límites.

### **Comparación de modelos macroeconómicos basados en el tipo de cambio peso – dólar vía análisis de Lyapunov.** (CAR)

*Luis Javier Álvarez, Elena Alvarez Blanes, Octavio Barahona, Antonio Sarmiento (lja@matcuer.unam.mx)*

El tipo de cambio es el precio más importante en una economía abierta y la economía de México es una de ellas, al tener un índice de apertura de más del 70%. Además es importante porque tiene efectos en los precios de los precios internacionales de los bienes. Sus fluctuaciones tienen implicaciones en los agentes económicos, tales como gobiernos, empresas e individuos. En este trabajo consideramos dos modelos macroeconómicos antagónicos : neo-clásico y post-Keynesiano bajo la luz del análisis de Lyapunov. La variable central es el tipo de cambio peso – dólar y en dependencia del modelo de análisis utilizado, se escogen las variables relevantes que pueden producir efectos en el tipo de cambio y que pueden ser condicionadas por este. Se exponen brevemente las bases matemáticas que dan lugar al análisis de Lyapunov y las bases teóricas de los dos modelos económicos utilizados y se hace una comparación de los resultados desde los puntos de vista de la metodología de análisis, por un lado, y por otro desde el ámbito conceptual de la macroeconomía.

### **Configuraciones centrales en el problema de 6 cuerpos y simulaciones.** (CAR)

*Axel Alfonso Morales Castañeda, Luis Franco Pérez (axelmoralescastaneda@gmail.com)*

Históricamente el ser humano se ha caracterizado por saciar su curiosidad, explicar y entender todo aquello que desconoce, es justo lo que no has permitido evolucionar como especie. Hoy en día nos enfrentamos ante un misterioso Universo, que nos motiva

a expandir nuestras capacidades de conocimiento más allá del planeta Tierra, he ahí la importancia del área de las matemáticas conocida como Mecánica Celeste. En la ponencia se presenta como preliminares la solución al problema de 2 cuerpos, así como todas las configuraciones centrales en el problema de 3 cuerpos. Se presenta algunos resultados para el problema en general de  $n$  cuerpos. Finalmente se mostrarán algunas configuraciones centrales para el problema de 6 cuerpos, así como simulaciones de estas, en particular se introducirá una configuración central obtenida numéricamente, así como la demostración analítica de esta.

**Dinámica de un modelo que evalúa la mejor manera de reemplazar las poblaciones de mosquitos infectados del virus del dengue con los mosquitos infectados de la bacteria Wolbachia.** (CAR)

*María Rossbelfa Vinagre Arias, Gamaliel Blé González, María de Lourdes Esteva Peralta (ros-nix31@hotmail.com)*

En este trabajo se presenta el análisis de un modelo que evalúa la mejor manera de reemplazar las poblaciones de mosquitos infectados del virus del dengue con los mosquitos infectados de la bacteria Wolbachia determinando su estabilidad local y la posible existencia de una bifurcación.

## Teoría de Números y sus Aplicaciones

**Aplicación de números primos en la criptografía asimétrica.** (CAR)

*Juan Daniel Santiago Benito (sbdaniel@gmail.com)*

La criptografía hasta la actualidad es usada para mandar mensajes confidenciales donde el único propósito que tiene es que sólo las personas autorizadas puedan leer el mensaje. Desde sus inicios la criptografía llegó a ser una herramienta muy útil en el ámbito militar, la privacidad no sólo es requerida en el ámbito militar sino también para todas aquellas personas que desean intercambiar información sin que otras personas no requeridas lo puedan entender, como en las empresas que necesitan mantener unas comunicaciones seguras para proteger su información. La criptografía se divide en dos ramas, la criptografía de clave privada o simétrica y la criptografía de clave pública o asimétrica. La primera se usa para cifrar mensajes de correo, archivos del disco duro, registros de una base de datos, y en general para cifrar grandes cantidades de datos esta utiliza la misma clave de cifrado para cifrar y para descifrar el mensaje y la criptografía de clave pública o asimétrica usa dos claves para el envío de mensajes, una es pública y por tanto conocida por todo el mundo y la otra es privada que es conocida por una sola persona. Aunque cualquiera puede cifrar usando la clave pública, solamente la persona que posee la clave privada podrá descifrar. Si cifras un mensaje con la clave pública no podrás descifrarlo usando esa misma clave pública, necesitarás usar la clave privada que sólo tú conoces. En mi poster quiero explicar cómo se utilizan los números primos en la criptografía asimétrica para ser exactos en el algoritmo RSA que hoy en día es el método más usado para transmitir mensajes secretos.

Kisbye, N. P. (2005). Sistemas de claves públicas y privadas. *Revista de Educación Matemática*, 20(1). Cipriano, M. (2008). Factorización de  $N$ : recuperación de factores primos a partir de las claves pública y privada. In XIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Corrales, C. (2007). Números en Núm3ros. *SIGMA*, (30), 137-149.

**Criptografía de clave pública: Algoritmo RSA.** (CAR)

*Alfa Karen Martínez Hernández, Cosme López Juárez, Leslie Yuseth Domínguez Velasco, Iván Gpe. Mendoza Alonzo (navimeal@gmail.com)*

Nosotros como seres humanos por Naturaleza, somos curiosos y deseamos conocer lo desconocido, aunque algunas veces, lo desconocido puede ser privado o confidencial y ocasionamos molestias por parte del dueño de aquella información considerada de carácter personal. Desde hace miles de años, el hombre ha tenido la necesidad de ocultar información que sea considerada privada, para resguardar y mantener a salvo intrusos que pudieran hacer un mal uso de ella si lo conocieran. Y con el deseo de esconder la información valiosa para su dueño, es como nace la Criptografía. En 1976 W. Diffie y M. Hellman dieron una descripción teórica de un método de encriptación en el cual una parte sería pública y en 1977 R. Rivest, A. Shamir y L. Adleman encontraron un método práctico para implementarlo. El método se conoce como criptosistema de clave pública RSA. En este trabajo se presenta el algoritmo RSA y las bases fundamentales para el desarrollo del criptosistema.

**Raíces enteras de polinomios y el Lema de Hensel.** (CAR)

*Pedro Fernández Calles (pedrofernandezcalles@gmail.com)*

Dado  $P \in \mathbb{Z}[X]$  un polinomio con coeficientes enteros. Si queremos encontrar las soluciones enteras que satisfacen la ecuación  $P(X) = 0$ , en ocasiones puede resultar difícil, por lo cual resulta conveniente tener un método para saber si existe o no la solución entera a la ecuación que estamos buscando. Si la ecuación tiene solución, entonces existe solución a la congruencia de la forma  $P(X) \equiv 0 \pmod{m}$ , para todo  $m$  natural. Con este resultado optimizamos la búsqueda de soluciones enteras en el sentido en que, de no existir solución para la congruencia, entonces no existe solución a la ecuación inicial. En esta plática nos interesamos en el

problema inverso, es decir, si tenemos solución a la congruencia módulo  $m$  para todo  $m$  natural, ¿esto asegura la existencia de una solución en  $\mathbb{Z}$ ? Por el Teorema Chino del Residuo es posible, y resulta más conveniente, tomar  $m$  como una potencia de  $n$ -ésima de  $p$ , donde  $p$  es un primo fijo y  $n$  algún número natural. El Lema de Hensel para números enteros nos asegura que, de existir una solución para la congruencia con módulo  $p$  a la potencia  $n$ , bajo ciertas condiciones entonces existe también una solución a la congruencia con módulo  $p$  a la potencia  $n + 1$ , para algún  $p$  fijo. Esto se puede ver como una versión aritmética del método de Newton-Raphson, y motiva la definición de números  $p$ -ádicos. Si el problema planteado lo abordamos en el contexto de los números  $p$ -ádicos, el Lema de Hensel nos asegura la implicación inversa, esto quiere decir que, de existir solución para la congruencia  $P(X) \equiv 0 \pmod{p^n}$ , para cada  $n$  natural, esto implica la existencia de una solución a la ecuación  $P(X) = 0$ .

## Topología General

### El teorema de Borsuk-Ulam. (CAR)

*Eyvette Mercado Favela* (eyvette\_mercado@hotmail.com)

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

### El triángulo de Sierpinski y las torres de Hanói. (CAR)

*Gisela Domínguez Peralta, Addy Margarita Bolívar Cimé, Jair Remigio Juárez* (gizela1994@live.com.mx)

El triángulo de Sierpinski, llamado así en honor al matemático polaco Waclaw Sierpinski, es un espacio topológico Hausdorff, compacto y conexo. Por otro lado, las torres de Hanoi es un juego inventado por el matemático francés Édouard Lucas, el cuál consiste de 3 postes verticales  $P_1$ ,  $P_2$  y  $P_3$ , así como de  $n$  discos de diferentes tamaños acomodados en  $P_1$  en forma decreciente de abajo hacia arriba. El objetivo del juego es mover todos los discos al poste  $P_3$ , siguiendo ciertas reglas, de tal forma que queden acomodados nuevamente en forma decreciente de abajo hacia arriba.

En este cartel demostraremos, usando inducción matemática, que el mínimo número de movimientos para resolver el juego de las torres de Hanoi es  $2^n - 1$ , donde  $n$  es el número de discos. También presentaremos cómo se relacionan el triángulo de Sierpinski y las torres de Hanoi. Dicha relación proporciona una demostración alternativa para la fórmula del mínimo número de movimientos  $2^n - 1$ .

### La Fibración de Hopf a través de una acción de $C^2$ en $S^3$ . (CAR)

*Jesús Iván López Reyes* (ivan\_gow@live.com)

En la teoría de los grupos topológicos de transformaciones, la geometría y la dinámica que se tiene en un espacio topológico  $X$  al actuar sobre él un grupo topológico  $G$ , están determinadas por las características que poseen las  $G$ -órbitas en  $X$ . Ellas permiten incluso construir nuevos espacios a través de la llamada proyección orbital y obtener propiedades interesantes de los mismos. En esta plática se describirá una acción de  $C^2$  sobre la esfera  $S^3$  que permite describir geoméricamente a este espacio, analizar el espacio orbital de esta acción y obtener lo que se conoce como Fibración de Hopf.

## Jueves 26 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 13:00 Hrs.

### Álgebra

#### El contenido libre-de-puntos de las topologías de Gabriel en una categoría de módulos. (CAR)

*Mariana Garduño Reyes (set\_hy@hotmail.com)*

Esta plática tiene como objetivo hacer ver el uso de ciertos operadores sobre el idioma de ideales izquierdos de un anillo, que controlan las topologías de Gabriel o lo que es lo mismo una localización de la categoría en juego.

#### Representaciones irreducibles de algunos grupos cuánticos. (CAR)

*Luis Manuel Díaz Meza, León Felipe Villalobos Sánchez (luisdiaz@matem.unam.mx)*

Se calculan las representaciones irreducibles del grupo cuántico  $SU_q(2)$  definido por S. L. Woronowicz y algunos de los grupos universales  $A_u(Q)$  definidos por S. Wang. Se muestra como estas representaciones surgen como invariantes de una cierta co-acción del grupo en una  $C^*$ -álgebra (similar a la acción de  $SU(2)$  en los polinomios homogéneos). Mediante estos ejemplos, se hace énfasis en la construcción de la *restricción* de una representación del grupo cuántico a un sub-grupo cuántico y como se usan las propiedades de la restricción en el cálculo de representaciones irreducibles.

#### Some homological properties of skew P BW extensions arising in non-commutative algebraic geometry. (CAR)

*Helbert Javier Venegas Ramirez, José Oswaldo Lezama-Helbert, Javier Venegas (hjvenegasr@unal.edu.co)*

In this short talk we study for the skew P BW (Poincaré-Birkhoff-Witt) extensions some homological properties arising in non-commutative algebraic geometry, namely, Auslander-Gorenstein regularity, Cohen-Macaulayness and strongly noetherianity. Skew P BW extensions include a considerable number of non-commutative rings of polynomial type such that classical P BW extensions, quantum polynomial rings, multiplicative analogue of the Weyl algebra, some Sklyanin algebras, operator algebras, diffusion algebras, quadratic algebras in 3 variables, among many others. For some key examples we present the parametrization of its point modules.

### Análisis

#### Existencia, unicidad y caracterización de inversas generalizadas. (CAR)

*Laura Lizeth Luna Martínez, Víctor Manuel Méndez Salinas (luma.lizla.oso.9795@hotmail.com)*

Toda matriz  $A$  no singular tiene inversa única  $A^{-1}$ , tal que  $AA^{-1} = A^{-1}A = I$ , donde  $I$  es la matriz identidad. Por inversa generalizada de una matriz nos referimos a una matriz  $X$  que existe para una clase más grande que el de las matrices no singulares (incluso para el caso  $m \times n$ ), que tiene algunas de las propiedades de la inversa usual y que coincide con el caso tradicional cuando  $A$  es no singular. En este trabajo mostramos algunos tipos de inversas generalizadas y damos condiciones que garantizan la unicidad de dicha matriz. Se incluyen ejemplos ilustrativos.

#### Números $p$ -ádicos. (CAR)

*Jorge Alberto Robles Hernández, Carlos Ariel Pompeyo Gutiérrez, Yadira del Carmen Gallegos Díaz (robles\_hernandez96@hotmail.com)*

En los números racionales el valor absoluto permite definir una distancia, lo cual a su vez permite definir convergencia de sucesiones. De manera informal, una sucesión es de Cauchy si sus elementos se hacen cada vez más cercanos. Es posible mostrar que toda sucesión convergente es de Cauchy, sin embargo en los racionales no toda sucesión de Cauchy es convergente. El proceso de construir un espacio métrico que contenga a los racionales y en el cual toda sucesión de Cauchy sea convergente produce como resultado a los números reales. En este cartel, mostraremos que existen otras funciones que se comportan de manera similar al valor absoluto, los cuales reciben el nombre de normas  $p$ -ádicas y que se pueden construir estructuras numéricas similares a los números reales usando dichas normas.

**Aplicaciones de la inversa de Moore-Penrose. (CAR)**

Ileri Ortiz Morales, Víctor Manuel Méndez Salinas (ireri\_08@hotmail.com)

Se sabe que para cualquier matriz  $A$  no singular existe una única matriz  $A^{-1}$ , tal que  $AA^{-1} = A^{-1}A = I$ . En 1995 Penrose mostró que para cualquier matriz  $A$  cuadrada o rectangular en los campos  $\mathbb{R}$  ó  $\mathbb{C}$ , existe una única matriz  $X$  que satisface las siguientes cuatro ecuaciones (ecuaciones de Penrose)

1.  $AXA = A$ ,
2.  $XAX = X$ ,
3.  $(AX)^* = AX$ ,
4.  $(XA)^* = XA$ ,

donde  $A^*$  denota la traspuesta conjugada de  $A$ . Esta inversa generalizada ya había sido previamente estudiada por Moore, por lo que ahora se conoce como inversa de Moore-Penrose y se denota por  $A^\dagger$ .

En 1959 McDuffee, demostró que si  $A$  admite una factorización de rango completo  $A = FG$ , entonces  $A^\dagger = G^*(F^*AG^*)^{-1}F^*$ . En este trabajo presentamos el cálculo y aplicaciones de la inversa de Moore-Penrose, particularmente su aplicación para la solución de sistemas lineales.

**Sobre el espacio cuasi-métrico de las funciones de complejidad de algoritmos. (CAR)**

Diana Citlalli Castañeda Álvarez, José Margarito Hernández Morales, Luz del Carmen Álvarez Marín (dianacastagneda94@gmail.com)

La teoría de los espacios cuasi-métricos está en desarrollo desde mediados del siglo pasado; en ella se encuentran resultados análogos a los resultados clásicos para espacios métricos y normados. En 1995 Schellekens introdujo el espacio de complejidad, conformado por el conjunto de funciones de complejidad de algoritmos y dotado de una función distancia (no simétrica) entre ellas, para dar un sustento métrico y topológico al análisis de complejidad de algoritmos. Posteriormente, Romaguera y Schellekens, presentan el espacio de complejidad dual, para dar una estructura matemática más robusta para el análisis de complejidad de programas y algoritmos. Presentaremos aquí el espacio de complejidad y de complejidad dual con sus respectivas cuasi-semimétricas y algunos resultados referentes a ellos.

**Sobre operadores compactos en espacios normados. (CAR)**

Alejandra Morales Orduño (Alejandra.mo.gr8@gmail.com)

El contenido del poster está enfocado en el área de Análisis, y en él se mostrará que para un espacio normado  $X$  de dimensión infinita no existe operador compacto  $T: X \rightarrow X$  que sea sobreyectivo.

## Análisis Numérico y Optimización

**Optimización de rutas por medio del algoritmo hormiga sobre espacios de búsqueda parametrizables en ambientes de cómputo distribuido. (CAR)**

Perla Janeth Sáenz Sánchez, Mario Andrés Cuevas Gutiérrez (1238perlaa@gmail.com)

Se desarrolló una herramienta que permite determinar la ruta óptima entre uno y varios puntos de una retícula mediante la aplicación del algoritmo de la colonia de hormigas. El algoritmo se ha optimizado haciendo uso del cómputo distribuido esto es distribuyendo la carga del algoritmo entre  $n$  nodos o computadoras conectados a la red, permitiendo así trabajar sobre espacios de búsqueda extensos, disminuyendo el tiempo necesario para encontrar una solución. Otra característica de la herramienta es que se presenta de forma genérica permitiendo mediante un lenguaje sencillo modelar distintos problemas ya que las características de la retícula se pueden diseñar o permiten ser introducidas por el usuario así como las reglas bajo las cuales operará cada hormiga. 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 que pueda ser estudiada y utilizada por los miembros de la comunidad general ya que esta aplicación va ser liberada como software libre bajo la licencia GPL.

**Problema de optimización en logística inversa para determinar la cantidad y ubicación de puntos limpios. (CAR)**

Ximena Dorely Medrano Gómez (ximena.medrano@hotmail.com)

En esta charla presentamos un problema de logística inversa enfocado en el área de recuperación de desechos sólidos. Dado un conjunto de posibles ubicaciones de puntos limpios y un conjunto de puntos generadores de desechos, el problema de optimización consiste en determinar la cantidad y ubicación de puntos limpios a instalar minimizando un presupuesto inicial. El problema considera

una meta de recolección que se debe cumplir y el costo de instalación de puntos limpios no puede exceder la suma del presupuesto y la ganancia de los desechos recolectados, definiendo así un presupuesto dinámico. Se definen diferentes variantes del problema y se formulan matemáticas mediante un programa entero lineal. Finalmente se hace una comparación de las variantes al resolver las formulaciones usando solver comercial.

**Resolución de la ecuación unidimensional homogénea de aguas someras por el esquema de Lax-Wendroff.** (CAR)

*Justino Alavez Ramírez, Érika Alejandra Ovando Gerónimo* (justinoalavez@hotmail.com)

Se realiza la discretización de la ecuación unidimensional homogénea de aguas someras usando el esquema de Lax-Wendroff que es un método de segundo orden tanto en el tiempo como en el espacio. Se hace una implementación del esquema numérico resultante en MATLAB y se presentan ejemplos.

**Simulación e Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas y Serie de Taylor-Itô.** (CAR)

*Oscar Alberto Rodríguez Melendez* (osarodriguezme@unal.edu.co)

Se presenta una introducción a las ecuaciones diferenciales estocásticas (EDE's), presentando la serie de Taylor Itô, polinomios de Hermite evaluados en el Movimiento Browniano y la relación con la serie de Taylor-Itô y la expansión estocástica del caos Browniano, Se indica la deducción de los métodos Euler Maruyama y Milstein además de un método alternativo para un mayor truncamiento de la serie de Taylor-Itô bajo ciertas condiciones de la EDE. Se simula el modelo CEV con una metodología para la valoración del dólar en Colombia.

**Sincronización de diferentes líneas de transporte público utilizando una función objetivo que minimiza los tiempos de espera del usuario.** (CAR)

*Juan García Cortés, Omar Jorge Ibarra Rojas* (jgc\_10@hotmail.com)

En algunas ciudades del mundo se han implementado redes de tráfico para autobuses con líneas expés, líneas cortas y líneas con paraderos limitados para dar un mejor servicio a los usuarios. Estas líneas, generalmente, comparten paraderos y segmentos de ruta; lo que beneficia a algunos usuarios ya que, en algunas ocasiones, utilizan el primer autobús que llegue al paradero. El problema, a veces, es que el horario de salida de los autobuses no está hecho para sincronizar sus llegadas a los paraderos importantes que tienen en común; ocasionando que el servicio no sea eficiente porque el tiempo de espera del usuario en los paraderos es mayor. En este trabajo se propone una función objetivo que minimiza los tiempos de espera del usuario que pretende utilizar el primer autobús, de las líneas que se deben sincronizar, que llegue al paradero. Con este planteamiento se espera realizar una mejora de un estudio relacionado que ataca este mismo problema desde otro enfoque.

**Solución numérica de una ecuación difusión-onda tiempo-espacio fraccionarios mediante funciones de base radial.** (CAR)

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

La metodología basada en Funciones de Base Radial (FBR), propuesta por Hardy (1971), surge de la necesidad de aplicar interpolación multivariada a problemas de Cartografía, con nodos (datos, puntos de colocación) dispersados aleatoriamente. Micchelli (1984), Powell et al (1990) le dieron un gran empuje al probar teoremas de no singularidad. Más adelante, Kansa (1990) propuso considerar las derivadas analíticas de la FBR para desarrollar esquemas numéricos que trataran Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP). La ecuación de difusión fraccionaria fue introducida en la Física por Nigmatullin (1986) para describir el proceso de difusión en un medio con geometría fractal, el cual es un tipo de medio poroso. Gorenflo (1998) y Mainardi (1997) generalizaron las ecuaciones de difusión y onda reemplazando los órdenes uno y dos de la derivada, respectivamente, por un orden fraccionario entre 0 y 2. Ellos mostraron que cuando ese orden crece de 0 a 2, el proceso físico cambia de subdifusivo (entre 0 y 1), a la difusión clásica (1), a un híbrido superdifusivo-onda (entre 1 y 2) y hasta de onda clásico (2). La propuesta se centra en aplicar un método mediante funciones de base radial para resolver una ecuación diferencial parcial fraccionaria de este tipo, la cual permita usar adicionalmente ciertas técnicas aceleración de convergencia y nodos de Chebyshev.

## Geometría Algebraica

**El teorema de Bezout.** (CAR)

*Shalom Cristina Echazal Alvarez, Carlos Ariel Pompeyo Gutiérrez, Jorge Alberto Robles Hernández* (shalomechaz@hotmail.com)

En este cartel se mostrarán ejemplos de curvas algebraicas planas, sus posibles intersecciones y aplicaciones del teorema de Bezout, el cual establece una cota superior para el número de puntos en la intersección de dichas curvas.

---

**Familia tautológica de curvas de grado  $d$  en  $\mathbb{P}^2$ .** (CAR)*Miguel Ángel Guerrero Castillo* (guerreroastillom@gmail.com)

En esta plática hablaremos de las curvas de grado  $d$  definidas en el espacio proyectivo  $\mathbb{P}^2$ . Tomando en cuenta que estas curvas están en correspondencia biyectiva con el espacio proyectivo  $\mathbb{P}^n$  para  $n = \binom{a}{b} - 1$ , determinaremos una familia de curvas  $C \subset \mathbb{P}^2 \times \mathbb{P}^n$  conocida como la familia tautológica. El punto central de la plática es explicar en que sentido esta familia es universal.

**Índice de Intersección entre Curvas.** (CAR)*Diana Natali Gaspar Gonzalez, Jesús Romero Valencia* (diananataligaspar@gmail.com)

Uno de los principales objetivos en Geometría algebraica es describir propiedades de objetos geométricos en términos algebraicos. La teoría de la intersección es una rama de la geometría algebraica motivada por la siguiente pregunta geométrica y topológica: dado un espacio  $X$  y una colección de subespacios  $X_1, \dots, X_n \subseteq X$ , ¿cuántos puntos se encuentran en la intersección de dichos subespacios?. En esta plática destacaremos el caso especial del espacio proyectivo ( $\mathbb{P}^2$ ) y los subespacios son dos curvas planas  $F, G$ , nos interesa conocer el número de veces que  $F$  y  $G$  se intersectan en un punto dado  $P$  a esto le llamaremos el índice de intersección ( $I(P, F \cap G)$ ).

## Geometría Diferencial

**Espacio curvo a través de partículas de prueba.** (CAR)*Claudia Mercedes Velasco Bolom, Pavel Castro Villareal* (mercedes\_0916@hotmail.com)

Se estudia la geometría de una variedad curva a través del comportamiento cinemático de partículas constreñidas a moverse en la misma variedad. En particular, en una vecindad local se encuentra una relación universal entre las trayectorias de una partícula y las componentes del tensor de Riemann.

**La aplicación exponencial y su utilidad.** (CAR)*Esteban Heredia Muñoz, Francisco Gabriel Hernández Zamora* (esteban1096@live.com.mx)

El presente trabajo busca exponer la utilidad de la aplicación exponencial. Se utilizarán definiciones como la de grupo y álgebra de Lie y se relacionarán por medio de diagramas conmutativos. Entre algunas aplicaciones especiales, el trabajo se enfocará en la aplicación exponencial. Se darán puntos de vista geométricos y además se ejemplificará su uso mediante su cálculo en un conocido problema de análisis matemático, entre otros ejemplos.

## Matemática discreta

**Coloreando el hipercubo.** (CAR)*Dena Ventura Arredondo, Amanda Montejano Cantoral* (denaventura50@msn.com)

El cubo de dimensión  $n$ ,  $Q_n$ , es una gráfica llena de simetrías y propiedades interesantes. En esta plática definiremos  $f'(Q_n, Q_k)$  que es el máximo número de colores que necesitamos para colorear los vértices del cubo de dimensión  $n(Q_n)$  de manera que no haya sub-cubos de dimensión  $k(Q_k)$  heterocromáticos. Veremos los pocos número exactos conocidos para este parámetro, así como las cotas inferior y superior generales.

**Imponiendo cuello 6 al thickness.** (CAR)*Pablo César Palomino Martínez, Héctor Castañeda, Andrea Ramos, Christian Rubio, Jessica Sánchez, Claudia Silva* (pablop96@hotmail.com)

El thickness de una gráfica  $G$  es el mínimo número de subgráficas planas de  $G$  que se necesitan de manera que su unión sea  $G$ . Investigamos el thickness de las gráficas completas imponiendo a sus subgráficas planas correspondientes la condición de tener cuello 6 o más. Además determinamos el caso faltante cuando se pide orden 10 y cuello 4.

**Independencia en gráficas de fichas.** (CAR)*Paloma Jiménez Sepúlveda* (paloma\_101293@hotmail.com)

Recordemos que una gráfica de  $k$ -fichas  $F_k(G)$  de una gráfica  $G$  es la gráfica cuyo conjunto de vértices son todos los  $k$ -conjuntos de  $V(G)$ , y dos vértices en la gráfica de fichas son adyacentes si su diferencia simétrica es una arista de  $G$ . Este concepto surge en



2002 para estudiar el problema de isomorfismo, dicho concepto es introducido por Terry Rudolph, en el cuál solo utiliza la gráfica de 2-fichas. A partir del 2012, se empieza el estudio de varios parámetros combinatorios en las gráficas de fichas, por Ruy Fabila y colaboradores, tales como la conexidad, el número cromático, entre otros. En esta plática daremos algunos resultados sobre el número de independencia en las gráficas de fichas.

## Matemática Educativa

### **La argumentación en los programas de matemáticas del bachillerato mexicano.** (CAR)

*Eduardo Harada Olivares (edharada@hotmail.com)*

En los nuevos programas de estudio de matemáticas para la educación media superior o el bachillerato mexicano se busca que al solucionar problemas los estudiantes no sólo apliquen reglas mecánicamente sino que las puedan comprender, razonar y explicar. Incluso se habla de “argumentar”. Un ejemplo de ello lo constituye el programa de la asignatura Álgebra (2016) que se imparte en el cuarto año de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) en la UNAM. Sin embargo, ¿en qué sentido se puede hablar en matemáticas de argumentar si esta actividad sólo tiene sentido cuando existe la posibilidad de más de una respuesta correcta, una diferencia de opinión o falta de acuerdo? En este trabajo se discutirá y tratará de clarificar conceptos como ‘razonar’, ‘inferir’, ‘explicar’, ‘justificar’, ‘demostrar’ y ‘argumentar’.

### **La variable en el álgebra elemental.** (CAR)

*Cinthia Naty Cortazar Cortazar, Cristina Campos Jiménez (naticortazar@hotmail.com)*

En este trabajo se pone en práctica el Modelo 3uv (3 usos de la variable) como una propuesta de enseñanza, con el propósito de dar significado a las letras en el álgebra. Además, se utiliza la estrategia de aprendizaje resolución de problemas abordados conforme a la evolución de los conocimientos del álgebra elemental: retórica, sincopada y simbólica. Ya que como es bien documentado y observado, la enseñanza del álgebra elemental en su mayoría sigue una tradición centrada en la manipulación mecánica de símbolos; sin que estos objetos (letras) tengan para los alumnos significado. Para llevar afecto la propuesta, se utiliza como instrumento un cuestionario, el cual permite tener una adecuada interacción con alumnos (que al menos han cursado dos niveles de álgebra elemental), usando algunas recomendaciones derivadas de recientes investigaciones del área como Iris (2010) y considerando el desarrollo de habilidades cognitivas en Martínez (2006); con el fin de poder guiarlos en la comprensión de los 3 usos de la variable a través de las situaciones planteadas en el cuestionario y en la solución de estas. Del análisis se observa, que los alumnos presentan ciertas dificultades al trabajo los diferentes usos de la variable que son precisamente por la naturaleza del conocimiento y que se sienten más cómodos con problemas donde la variable con una incógnita específica. Palabras Claves: Álgebra, variable, generalización, simbolización, resolución de problemas.

### **Las tareas de desempeño como estrategia para el desarrollo y evaluación de competencias para el aprendizaje de las matemáticas: el caso de los sistemas de ecuaciones en secundaria.** (CAR)

*Jonathan Enrique Martínez Medina (jona\_martinez7@hotmail.com)*

El presente trabajo comparte la experiencia obtenida al utilizar la estrategia de evaluación “Tareas de Desempeño” que se promueve en el modelo de evaluación del Programa de los Años Intermedios (PAI) del Bachillerato Internacional en la materia de matemáticas de segundo año de secundaria en el Instituto Cervantes Apostólica en San Luis Potosí; y cómo éstas permiten demostrar de forma visible los diferentes conocimientos, habilidades y actitudes que se desarrollan a lo largo de una unidad de aprendizaje. Además, se exponen los productos finales desarrollados por los estudiantes y se muestra un análisis del nivel de logro al comparar los resultados de aprendizaje en la tarea de desempeño y los arrojados por un instrumento con reactivos de opción múltiple al final del bimestre.

### **Modelación de problemas aritméticos.** (CAR)

*Zaira Eréndira Rojas García, Jaime Martínez Gutiérrez (matematicaszer@gmail.com)*

Este trabajo proporcionamos una alternativa metodológica para los docentes de educación media superior, en particular para la asignatura de Matemáticas I, del Colegio de Ciencias y Humanidades. Considerando la metodología de resolución de problemas, que consiste en utilizar secuencias de situaciones problemáticas cuidadosamente seleccionada para despertar el interés de los alumnos y los inviten a reflexionar. La resolución de problemas promueve el trabajo grupal, el diálogo entre alumnos, entre el maestro y los alumnos y apoya la construcción de un vínculo entre iguales para fomentar el trabajo en equipo, la solidaridad entre compañeros y la aceptación de la corresponsabilidad en el proceso educativo, favoreciendo el desarrollo de habilidades del pensamiento, que permitan al alumno el aprender a aprender y el aprender a hacer. La propuesta que se plasma en el desarrollo de este trabajo, es la resolución de problemas como una metodología y como objeto de aprendizaje, por lo cual el profesor debe proporcionar ayudas para que sus alumnos transiten en forma organizada y creativa en el proceso de resolución de problemas. Estas ayudas son sustentadas por autores como Polya y Schoenfeld como estrategias heurísticas

**Modelación matemática en la formación de futuros ingenieros. (CAR)**

*Avenilde Romo Vázquez, Lenin Augusto Echavarría Cepeda (avenilderv@yahoo.com.mx)*

La modelación matemática es una herramienta fundamental en la formación de ingenieros, particularmente porque en la práctica profesional les permite enfrentar tareas complejas. Sin embargo, la enseñanza de las matemáticas sigue una organización, en muchas instituciones educativas, que no considera las necesidades de la práctica profesional ni las de la formación de especialidad. Se presenta una propuesta teórico-metodológica para el diseño de actividades didácticas basadas en modelación matemática, a partir del análisis de modelos matemáticos en contextos de ingeniería. Esta propuesta utiliza elementos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), que permiten poner en relación praxeologías de modelación matemática de la enseñanza de la especialidad y de la enseñanza de las matemáticas para ingenieros. Se mostrará una actividad didáctica que relaciona el análisis matricial de estructuras y el análisis numérico.

**Origametría educativa. (CAR)**

*Erick Fernando Reyes López (201213803efpem@gmail.com)*

La Origametría al comprenderse como aquella rama del Origami moderno que se basa en el plegado de papel con el fin de obtener cuerpos y figuras geométricas la cual ha tenido un desarrollo bastante creciente desde su origen oriental pasando por España y Sudamérica que según la web son las regiones en donde más auge ha tenido, aunque no por eso deja de tener grandes exponentes en otros países. La Origametría que posee decenas de figuras para construir desde las más sencillas de una sola pieza de papel hasta figuras modulares complejas en donde es necesario hacer uso de habilidades espaciales, artísticas y cognitivas las cuales permiten al individuo potenciar sus conocimientos sobre geometría plana y sólida así como la diversidad de aplicaciones del conocimiento algebraico y aritmético en cada una de las construcciones. Se considera necesario aportar al profesorado latinoamericano las diversas propuestas y la aplicación didáctica de dicha práctica a manera de generar discusión, debate y construcción de actividades factibles y viables de concretizar en el contexto escolar. La origametría es un desarrollador potencial de habilidades esenciales en el proceso educativo tanto perceptivas como de valor social tales como: tamaños y escala, transición del plano al espacio, psicomotricidad fina, cooperación, espíritu de grupo y valoración entre pares (Azcoaga, 2013, p. 5).

**Otros puntos y rectas notables del triángulo. (CAR)**

*Brenda García Domínguez, Hugo Villanueva Méndez (brendagarciad@hotmail.com)*

Además de las rectas y puntos notables que se estudian normalmente en el triángulo como son: altura, mediatriz, mediana y bisectriz; ortocentro, circuncentro, baricentro e incentro, respectivamente, existen otras rectas y puntos en el triángulo como son: cuchillas y divisores, que son rectas que bisecan el perímetro de un triángulo, las cuales concurren en el centro del círculo de Spieker y el punto de Nagel, respectivamente. Por otro lado también es de muchos conocida la circunferencia de los nueve puntos y la recta de Euler, que es el segmento que une al ortocentro con el circuncentro y de la cual conocemos propiedades: el baricentro la triseca y el centro de la circunferencia de los nueve puntos la biseca. Con los puntos de intersección de las cuchillas y divisores tenemos propiedades análogas, considerando el segmento formado por el incentro y el punto de Nagel: el baricentro triseca este segmento y el centro del círculo de Spieker la biseca. El trabajo muestra las demostraciones de la concurrencia de las rectas y las propiedades en el segmento que une el incentro con el punto de Nagel.

**Proyección estereográfica de regiones de inyectividad de funciones con inversas multivaluadas. (CAR)**

*Sebastian Gutierrez Hernandez (sebasguthdz@gmail.com)*

El siguiente trabajo puede ubicarse en las áreas: variable compleja y matemática educativa. El trabajo está dividido en dos partes, la primera es para ilustrar la propiedad de "preservar círculos" de la Proyección Estereográfica. Es decir que familias de rectas o círculos en el plano son enviados en familias de círculos en la esfera, introducción de la visualización de dominios y contradominios de funciones con inversas multivaluadas en la esfera de Riemann. Ésta introducción utiliza una animación hecha en Wolfram Alpha (para esto será necesario el uso de un cañón) que muestra como las rectas y circunferencias son transformadas en circunferencias sobre la esfera de Riemann, además esto me permitirá visualizar que sucede con ciertas regiones del plano, por ejemplo, una franja rectangular con lados paralelos al eje de las  $x$  y anillos. Posteriormente, el trabajo será enfocado al estudio de los dominios y contradominios de las funciones  $f(z) = z^2$ ,  $f(z) = z^3$ ,  $f(z) = z^4$ ,  $f(z) = z^5$  y  $f(z) = e^z$  y del punto de ramificación  $z = 0$ , el proyecto será realizado por medio de graficas en 3D que muestran la proyección a la esfera de Riemann de lo ya mencionado. Nos enfocamos a alumnos de licenciatura en matemáticas o carreras afines, pues muestra una forma alternativa para la comprensión de las funciones multivaluadas y sus propiedades.

**Resolución de problemas: Una visión socioepistemológica. (CAR)**

*Cynthi Anai Farfán Cera, Rosa María Farfán Márquez (cynthita\_03g@hotmail.com)*

El presente trabajo muestra la pertinencia de abordar la categoría de género en investigaciones de matemática educativa, en la resolución de problemas de tipo multiplicativo (RPTM), en la Construcción Social del Conocimiento Matemático (CSCM). Dado

que el dME (Soto, 2010), excluye a estudiantes de la CSCM, lo cual genera desigualdad en las condiciones. Por ello es necesario comprender y caracterizar elementos socioculturales que reproducen estereotipos y generan diferencias en la participación y CSCM en la RPTM. En pro del empoderamiento de las niñas en las matemáticas, como parte de los objetivos del Desarrollo Sostenible (ONU, 2016).

#### **Sistema de competencias matemáticas y su aplicación al diseño curricular.** (CAR)

*Azucena Leticia Herrera Aguado, Slavisa Djordjevic* (azulether@hotmail.com, azucena.herrera@utpuebla.edu.mx)

El desarrollo de currículos basados en competencias, más que una moda intelectual en el campo de la educación, es una tendencia que se impone en el mundo de hoy, debido a las exigencias del entorno laboral (González, 2006). Así, el reto del enfoque de las competencias en la educación es enorme, ya que requiere clarificarlas, lo cual significa construir un lenguaje que contenga tanto su propuesta como sus límites (Díaz-Barriga, 2006), para cubrir la necesidad del ciudadano del nuevo milenio, en cuanto a ser capaz de organizar y articular la información en un mundo complejo (Morín, 1999). En el sentido de los expuestos es urgente la investigación que genere teorías que faciliten la transición de currículos tradicionales (o incluso de aquellos ya denominados bajo el término de competencias, pero que no las clarifican en sus procesos curriculares) hacia diseños curriculares por competencias (con una implicación holística de las competencias, inclusiva de la evaluación confirmatoria de su adquisición). El presente trabajo se enfoca a la determinación de un sistema de competencias matemáticas orientadoras de diseño curricular (planes de estudio-PE-), en la vertiente del área de la matemática. El resultado de la investigación se concreta en un modelo de competencias matemáticas genéricas y específicas, enmarcadas por las teorías del diseño curricular por objetivos, de las competencias en la educación y con la perspectiva innovadora de la gestión de perfiles de capital humano en instituciones de educación (IE).

## Matemáticas e ingeniería

#### **Análisis de algoritmos de aprendizaje máquina para la clasificación de señales EEG con un enfoque en las ondas P300.** (CAR)

*Kathia Victoria Rascón Cervantes* (rckathiavictoria@hotmail.com)

Las interfaces cerebro computadora (BCI) han resultado ser un campo enérgico en la investigación de la ingeniería cerebral. Los sistemas de BCI analizan características específicas de la actividad cerebral de señales de un electroencefalograma EEG y las traducen en señales de control a un dispositivo. El estudio de estas ondas y el desarrollo de interfaces cerebro computadora proporcionan un camino para ayudar a personas con discapacidades motoras. En los casos no tan graves les puede ayudar a recuperar la movilidad de una mano, un brazo o una pierna, sin embargo en otros casos recuperar la movilidad no es posible. Tal es el caso de las personas diagnosticadas con el síndrome de enclaustramiento, las cuales no pueden moverse en lo absoluto, sin embargo, las BCI les pueden proporcionar una alternativa para comunicarse con su entorno y así lograr un cierto grado de independencia. Pensando en cómo se ven afectadas las personas que padecen del síndrome de enclaustramiento o discapacidades motoras similares, en 1988 Farwell y Donchin dieron lugar a el paradigma del deletreo, la base de este estudio es la localización de potenciales evocados conocidos como P300, los cuales son ondas positivas que pueden ser detectadas aproximadamente 300 ms después de que se percibe un estímulo (en este caso visual). En el caso del paradigma del deletreo se utiliza una cuadrícula de  $6 \times 6$  que contiene 36 caracteres alfanuméricos. El experimento consiste en que las filas y columnas se intensifican de manera aleatoria mientras el sujeto se concentra en el carácter que desea deletrear de tal manera que cuando se intensifica el carácter deseado se emiten las ondas P300. La complejidad de este problema es grande ya que se deben de identificar 36 clases diferentes. Una vez que se tienen las señales, es importante realizar un filtrado para eliminar posibles ruidos en ella. Luego, hay que definir las características que se analizarán en la señal que serán la entrada a un algoritmo de clasificación. En el estudio de este tipo de señales se tienen antecedentes de varios clasificadores basados en algoritmos de aprendizaje máquina como máquinas de soporte vectorial, análisis discriminante lineal,  $k$  vecinos más cercanos,  $k$  medias, análisis de componentes independientes, entre otros. En este trabajo se realiza una comparación de diferentes modelos matemáticos para clasificar las señales P300 logrando a la fecha resultados que oscilan entre el 53 – 60% de exactitud. De esta manera se comprueba que algoritmos basados en aprendizaje máquina son una buena alternativa para la identificación de patrones en señales provenientes de un EEG.

#### **Construcción de un modelo determinista de la propagación de la señal de WiFi en interiores.** (CAR)

*Gerardo Lara Soberanis* (gerardo.isob@gmail.com)

En este trabajo, se demostró que la propagación de la señal de WiFi en el interior de un edificio, puede ser modelada con la ecuación de onda no homogénea en dos dimensiones para el campo eléctrico. Para acotar el espacio en donde se busca la solución, se propuso la condición de frontera absorbente de primer orden, formulada por Engquist y Majda (1977):  $b u_t + c u_n = 0$ ,  $x \in \partial\Omega$ , donde se interpreta al parámetro  $b$  como el índice de refracción del material en el muro. Se demostró que esta condición de frontera ofrece una aproximación a las propiedades cinemáticas y dinámicas de la reflexión de ondas electromagnéticas, si el material del muro tiene

un índice de refracción mayor a 2. Finalmente, se comprobaron los resultados de unicidad y estabilidad de la solución al modelo por el método de la energía.

**Referencias:** Engquist, B. y Majda, A. (1977). *Absorbing boundary conditions for numerical simulation of waves*. Mathematics of Computation, series 31 (139), 629–651.

## Topología Algebraica y Geométrica

### Espacios infinitos de lazos. (CAR)

*Paula Andrea Cartagena Atara, Marcelo Aguilar* (paucartagenaatara@gmail.com)

En esta plática se introducirán los espacios infinitos de lazos, su importancia y maneras de identificarlos. Esta charla se dividirá en dos partes: En la primera se mostrará la relación de los mismos con los espectros y las teorías de cohomología y en la segunda parte se hablará de maquinarias para identificarlos, más específicamente en la maquinaria que Peter May introdujo en su artículo "The geometry of iterated loop spaces".

### Representabilidad de Brown y espacios sobre una categoría. (CAR)

*Cynthia Esquer Pérez* (aihtrnc92@hotmail.com)

Del Teorema de Representabilidad de Brown se tiene que toda teoría de cohomología generalizada es representable sobre la categoría de complejos celulares conexos y con punto base, esto es, existe un isomorfismo natural entre los grupos de la teoría de cohomología y ciertos grupos de clases de homotopía. En esta plática se analizará dicho resultado en el contexto de funtores de Brown definidos sobre C-espacios (i.e. funtores entre una categoría C y la categoría de espacios topológicos compactamente generados). Se presentará a manera de ejemplo la cohomología equivariante de Bredon asociada a un complejo celular con la acción de un grupo finito.

### Teoría K y Operadores de Fredholm. (CAR)

*Adriana Escobedo Bustamante* (adriana.escobedo@ujed.mx)

El funtor covariante  $\pi_0: \text{Top}^* \rightarrow \text{Set}^*$  se define como  $\pi_0[X] = [(S^0, *), (X, *)]$ . Es bien conocido que para cualquier espacio topológico X, el funtor  $\pi_0$  está en biyección con las componentes por trayectorias. Sea  $F(H)$  el conjunto de todos los operadores de Fredholm para el espacio de Hilbert separable de dimensión infinita,  $F(H)$  es un conjunto abierto en el espacio de los operadores acotados,  $B(H)$ , por lo tanto, sus componentes por trayectorias coinciden con las componentes conexas. Para  $X = \{\text{pto}\}$  se tiene que  $\pi_0(F(H))$  es un grupo, de manera que  $\pi_0(F(H)) = [X, F(H)] \cong \mathbb{Z}$ , por otro lado, el grupo de Teoría K de un punto es isomorfo al grupo de los enteros. Como  $F(H)$  es un semigrupo, entonces para cualquier espacio topológico, el conjunto  $[X, F(H)]$  es un semigrupo, por lo tanto es natural preguntarnos para que otros espacios topológicos se cumple que  $[X, F(H)]$  es isomorfo al semigrupo de Teoría K, es decir,  $[X, F(H)] \cong K(X)$ . En esta plática se describirá la relación que existe entre la Teoría K y los operadores de Fredholm entre espacios de Hilbert, este resultado fue probado por Michael Atiyah y por Klaus Jänich de manera independiente.

### Una conjetura de Tait sobre enlaces alternantes. (CAR)

*Armando Jiménez Carrillo, Jair Remigio Juárez* (armando\_jimenez92@hotmail.com)

Un nudo K es una curva simple cerrada contenida en  $S^3$ , la cual es unión finita de segmentos de recta. Un diagrama para K es una colección de arcos en  $S^2$ , con los cuales es posible reconstruir a K. Un nudo K puede tener muchos diagramas, pero todos ellos difieren por una sucesión finita de un tipo especial de movimientos llamados: movidas de Reidemeister.

Un tipo muy importante de nudos son los nudos alternantes. En el año de 1898, Peter G. Tait propuso una conjetura en la cual se establece que si un nudo K es alternante, entonces cualesquiera dos diagramas propios de K tienen la misma cantidad de cruces. Esta conjetura ya fue demostrada independientemente por Kunio Murasugi y Morwen B. Thistlethwaite, usando como herramienta principal el polinomio de Jones.

El objetivo de este cartel es presentar las nociones básicas de la teoría de nudos que permitan el entendimiento de la conjetura de Tait, así como también la definición del polinomio de Jones y ejemplos de cómo calcularlo.

## Topología General

### La tesis doctoral de M. L. Gromov: Una conjetura geométrica de Banach. (CAR)

Diana Janett Verusco Hernandez, Efrén Morales Amaya (diana.janett.h@gmail.com)

En esta charla hablaremos de los resultados estudiados en la tesis titulada "La tesis doctoral M.L Gromov: Una conjetura geométrica de Banach", en la cual realizamos un análisis de la tesis doctoral de Gromov. Con la siguiente pregunta elemental, no obstante, fundamental, podemos motivar la presente investigación: Sea  $\phi \in \mathbb{R}^2$  una figura convexa. ¿Existen un sólido convexo  $\Omega$  en  $\mathbb{R}^3$  y  $p \in \mathbb{R}^3$  de tal manera que todos los cortes de  $\Omega$  con planos por  $p$  son congruentes con  $\phi$ ? Por ejemplo, ¿existe un sólido convexo  $\Omega$  en  $\mathbb{R}^3$  y  $p \in \mathbb{R}^3$  de tal manera que todos los cortes de  $\Omega$  con planos por  $p$  son triángulos equiláteros? Esta es una forma elemental de visualizar el siguiente importante problema. **Conjetura de Banach:** Si  $B^n$  es un espacio de Banach de dimensión  $n$ ,  $n$  puede ser infinito, para el cual todos los subespacios de dimensión  $k$  finita son isométricos, uno a cada otro, con  $1 < k < n$ , entonces  $B^n$  es un espacio de Hilbert. S. Mazur prueba el caso real  $k = 2$  y A. Dvoretzky para  $k$  arbitrario  $n = \infty$ . La tesis de Gromov da la respuesta mas general conocida para la conjetura de Banach, la cual es el espíritu de nuestra investigación.

### Los juegos topológicos. (CAR)

Luis Josue Díaz Álvarez (luisjosue12@hotmail.com)

En esta ponencia hablaremos acerca de los juegos topológicos; en particular el juego de Banach-Mazur; comenzando con una introducción histórica e heroica del libro escocés, explicaremos teniendo como meta explicar en sencillas ideas los conceptos esenciales de la topología como las definiciones de abiertos-cerrados, para después explicar la estructura del juego, (es decir, las reglas del juego, de como se gana o pierde una partida) y como se involucra el área de topología en él.

### Protocolo algebraico de establecimiento de una llave pública: Trenzas en Criptografía. (CAR)

David Iván Hernández Granados (david.hernandez@ipicyt.edu.mx)

Un protocolo es un algoritmo compuesto por múltiples instrucciones, el cual especifica el orden en el que dichas instrucciones deben llevarse a cabo, con el fin de lograr un objetivo específico. Así, un protocolo algebraico para el establecimiento de una llave pública, es uno mediante el cual un secreto debe ser compartido sólo entre personas autorizadas, que se basa en la dificultad de resolver ecuaciones que involucran estructuras algebraicas, las cuales son la base teórica para la construcción de criptosistemas asimétricos. En este trabajo se usará el grupo no conmutativo de las 3-trenzas para implementar dicho protocolo.

### Teoría de Nudos: El polinomio de Alexander. (CAR)

Roberto Armando Contreras Moreno (robertocontreras1820@outlook.com)

El polinomio de Alexander, un invariante de nudos descubierto por James W. Alexander en 1923, fue el primer y único polinomio de invariante de nudo durante más de 60 años. El polinomio se puede calcular evaluando el determinante de una matriz asociada a un diagrama de un nudo. Además de escoger un diagrama del nudo para calcular el polinomio de Alexander, se hacen muchas elecciones cuando se construye la matriz. Es un polinomio bastante sorprendente, pero hay mucho que probar al mostrar que la construcción que produce el polinomio es una invariante de nudos.

## Viernes 27 de Octubre

Todos los carteles deberán estar expuestos de 9:00 a 13:00 Hrs.

### Álgebra

#### Sucesiones de suma cero en grupos abelianos finitos. (CAR)

Mario Alberto Ruiz Caballero, Luis Alfredo Dupont García (mario-bros94@hotmail.com)

Se presenta el panorama actual de dos invariantes asociados a un grupo  $G$  que fueron inspirados por un celebre teorema de Erdős, Ginzburg y Ziv, (1961). La constante de Davenport  $D(G)$  que es el mínimo  $t$  tal que toda sucesión de tamaño  $t$  tiene una subsucesión con suma cero. La constante de suma cero  $ZS(G)$ , es el mínimo  $t$  tal que toda sucesión de tamaño  $t$  tiene una subsucesión de tamaño  $|G|$  con suma cero. Se presenta una relación entre estos dos invariantes de un grupo abeliano finito y calculos específicos para ciertos grupos abelianos. Además, el orden cronológico de las conjeturas es enriquecedor.

#### Un teorema de Silver sobre cardinales Jonsson. (CAR)

Kinrha Aguirre de la Luz (kinrha@gmail.com)

En la presente charla bosquejaremos la demostración de un teorema de Silver, no publicado: Supongamos que  $\lambda$  es un cardinal tal que  $2^\lambda < \aleph_\lambda$ , si  $\aleph_\lambda$  es un cardinal medible, entonces también es medible en algún modelo interno.

### Análisis

#### Teorema del punto fijo de Banach y algunas aplicaciones. (CAR)

Carmina Sánchez Zárate, Victor Manuel Cadena Soriano (friendsmina\_29@hotmail.com)

Dentro del Análisis Funcional se encuentra un teorema de suma importancia "El Teorema del punto fijo de Banach", ya que es una herramienta para la prueba de la existencia y la unicidad de soluciones de ecuaciones diferenciales e integrales. Dado que la mayoría, sino es que la gran parte de fenómenos físicos son modelados por ecuaciones diferenciales este teorema es de gran utilidad en las ramas de la ciencia.

#### Teoremas de punto fijo en conjuntos parcialmente ordenados y aplicaciones a las ecuaciones diferenciales. (CAR)

Anel Vázquez Martínez, Juan Alberto Escamilla Reyna, José Jacobo Oliveros Oliveros (anel.martz@gmail.com)

En este cartel se presentarán dos teoremas de punto fijo para conjuntos parcialmente ordenados y su uso a las ecuaciones diferenciales.

#### Teoría de coincidencia para la existencia de solución de ecuaciones diferenciales. (CAR)

Alejandro Vázquez Marín (alejandrovazquezmarin@yahoo.com.mx)

En el presente trabajo se expondrá un teorema que garantiza la existencia de soluciones para algunas clases de ecuaciones diferenciales. El problema se abordará utilizando la teoría de coincidencia, la cual en general estudia el siguiente problema no lineal: dados dos mapeos que van de un primer subconjunto no vacío de un espacio de Banach a un segundo espacio de Banach. Determinar si existe  $x_0$  en el subconjunto de tal modo que las imágenes de ambos mapeos coinciden en este punto. Este problema es una generalización del problema del punto fijo. Además emplearemos el concepto de medida de no compacidad que, a grandes rasgos, se utilizan para saber que tan lejos de ser relativamente compacto se encuentra un conjunto. En concreto utilizaremos la medida de no compacidad de Kuratowski ( $\alpha$ ), a partir de esta medida diremos que un mapeo  $T: C \rightarrow Y$ , con  $C$  un subconjunto no vacío de  $X$ , es condensante si  $\alpha_Y(T(A)) < \alpha_X(A)$  para cualquier subconjunto acotado  $A$  de  $C$  con  $\alpha_X(A) > 0$ , donde  $(X, \|\cdot\|_X)$  y  $(Y, \|\cdot\|_Y)$  son espacios normados con medidas de no compacidad  $\alpha_X$  y  $\alpha_Y$  respectivamente; y será expansivo si  $\|T(x) - T(y)\|_Y \geq \|x - y\|_X$  para cualesquiera  $x, y \in C$ . Para este tipo de operadores mostraremos lo siguiente: Dados  $(X, \|\cdot\|_X)$  y  $(Y, \|\cdot\|_Y)$  espacios de Banach,  $t: X \rightarrow Y$  un mapeo afin continuo expansivo e invertible y  $U$  un subconjunto abierto acotado de  $X$ . Sea  $s: cl(U) \rightarrow Y$  un mapeo continuo condensante, si existe  $x_0 \in U$  tal que para cualquier  $x \in \partial U$ ,  $t(x) \neq \lambda s(x) + (1-\lambda)t(x_0)$ ,  $\forall \lambda \in (0, 1)$ , entonces existe  $z \in U$  tal que  $s(z) = t(z)$ . Finalmente, aplicaremos esto para demostrar la existencia de solución para ecuaciones diferenciales del tipo  $u'(t) = g(t, u(t) + \xi, u'(t)) = f(t)$ ,  $t \in (0; 1)$  a.e.  $u(0) = 0$ .

**Teoría espectral para operadores acotados y aplicaciones.** (CAR)

Juan Pablo Hernández Preciado, Magali Louise Marie Folch Gabayet (jpablo\_hdez@hotmail.com)

Esta exposición trata sobre la teoría espectral para operadores lineales definidos en espacios de dimensión arbitraria, especialmente la teoría espectral para operadores compactos y autoadjuntos. Explicaré con todo cuidado varias propiedades espectrales de los operadores compactos, de los operadores autoadjuntos y, finalmente, hablaré sobre el teorema espectral en el caso que se tiene un operador autoadjunto, y expondré un resultado cuya demostración se basa fuertemente en éste (el problema de momentos de Hamburger).

**¿Y dónde quedó Ramsey en el Análisis.** (CAR)

Fernando Mauricio Rivera Vega, Iván Martínez Ruiz (fernandomath12@gmail.com)

La teoría de Ramsey, tanto en sus aspectos relativos a conjuntos infinitos como a conjuntos finitos, se ha convertido en una rama independiente de la combinatoria, y tiene muchas y variadas aplicaciones a otras ramas de las matemáticas. En esta plática nos centraremos en su uso al Análisis Matemático, de manera más concisa a los Espacios de Banach, puesto que las aplicaciones de la teoría de Ramsey al estudio de los mismos son cada vez más frecuentes e interesantes como la demostración de Rosenthal sobre  $L_1$  dada por Farahat.

## Análisis Numérico y Optimización

**Solución operacional a ecuaciones diferenciales ordinarias vía polinomios de Hermite.** (CAR)

Gabriel Bengochea Villegas, Luis Verde Star (g.bengochea@xanum.uam.mx)

En esta plática construiremos un cálculo operacional para los polinomios de Hermite. A partir de este cálculo obtendremos soluciones a ecuaciones diferenciales ordinarias en formato de series de Hermite. Mostraremos las ventajas de nuestra solución sobre el formato de series de Taylor.

**Técnicas de integración  $n$ -dimensional por el Método de Monte Carlo.** (CAR)

Rafael de Jesus Oliva López, Graciela Gaona Bernabé, Claudia Mariana de la Rosa Pérez, W. Fermín Guerrero Sánchez (clan77@live.com)

En este trabajo se presentan ejemplos de integrales de dimensión mayor que dos donde se muestran las técnicas de integración Monte Carlo (MC), las cuales son el de la media muestral y éxito-fracaso, así como también se presenta su respectivo algoritmo, estas técnicas de integración son utilizadas para resolver integrales  $n$ -dimensionales, que son difíciles de resolver o que no tienen solución analítica. Los métodos de integración MC brindan ventaja sobre los métodos de integración numérica bajo el procesamiento computacional.

**Un acercamiento a la restauración de imágenes difuminadas usando el método de región de confianza para problemas de gran escala.** (CAR)

Iván Méndez Cruz, Pablo Barrera Sánchez (vanmctwp@gmail.com)

Es usual que en diferentes prácticas, las imágenes captadas por telescopios, microscopios, cámaras de celular y otros dispositivos tengan diferentes grados de infidelidad. Es natural que sea necesario manipularlas para obtener unas más fieles, que sean útiles. Dada una imagen difuminada, queremos reducir la degradación que tiene para facilitar su interpretación visual. Este problema es conocido como un caso especial de la restauración de imágenes. En este trabajo, examinamos una formulación matemática del problema, donde la deconvolución tiene un papel central. Abordamos la restauración de imágenes difuminadas en escala de grises con un enfoque lineal. Desde esta perspectiva, las imágenes se representan con matrices que tienen por componentes a los valores de los píxeles. Si queremos restaurar una imagen debemos calcular los valores de todos su píxeles. Por ejemplo, para una imagen de al menos un mega píxel, tenemos más de un millón de incógnitas. La restauración da lugar a un problema lineal de cuadrados mínimos. Su solución puede ser sensible al ruido presente en la imagen, al tipo de difuminación, a los errores de redondeo, entre otros. Lo cual indica que el problema está mal planteado desde el punto de vista numérico. Nuestra intención es dar un tratamiento numérico para reducir la degradación de algunas imágenes difuminadas. El tratamiento que damos consiste en regularizar nuestro problema y abordarlo como un subproblema de región de confianza (TRS). Aplicamos métodos del TRS para problemas mal planteados de gran escala en la restauración de imágenes.

**Un método conservativo para ecuaciones diferenciales parciales de onda con derivadas fraccionarias.** (CAR)

Edgar Alberto Morales Gutiérrez, J. E. Macías-Díaz, Edgar A. Morales (byed2010@yahoo.com)

El diseño de métodos dinámicamente consistentes ha sido una ruta de trabajo prolífica en el análisis numérico de ecuaciones diferenciales parciales. Bajo la directriz de la consistencia dinámica se han diseñado nuevos métodos que, además de garantizar la satisfacción

de las propiedades numéricas clásicas, reflejan fielmente algunas de las características de interés de las soluciones bajo estudio. En esta charla intentaremos hacer conciencia sobre la necesidad de diseñar técnicas que conserven las características relevantes de las soluciones bajo estudio. En particular, se abordará el problema de resolver numéricamente algunos sistemas conservativos regidos por ecuaciones diferenciales parciales hiperbólicas alineales con derivadas fraccionarias. Para tal efecto, se recordarán algunas definiciones sobre operadores fraccionarios y se derivarán algunos invariantes usando teoría de operadores. Motivados por estos resultados, se propondrán métodos conservativos para dichos modelos, los cuales son consistentes, estables y convergentes. Como aplicación, se demostrará la persistencia del fenómeno de supratransmisión alineal en modelos fraccionarios. Esta charla se encuentra en la intersección de la mecánica clásica, la mecánica relativista, el álgebra lineal, el cálculo variacional, el cálculo fraccionario, así como del análisis real, el análisis funcional, el análisis armónico y, obviamente, el análisis numérico.

**Una forma de ranqueo para agentes con interacciones múltiples en  $k$ -conjuntos ordenados.** (CAR)

*Rafael Correa Morales, Julio Cesar Macías Ponce (rafaelcorreamorales@gmail.com)*

El ranqueo es dar soluciones al problema de clasificar a los individuos (del mejor al peor) con base al rendimiento de su interacción. Por ejemplo, imaginemos que un grupo de cuatro amigos (Daniel, Judith, Pepe, Vero) van a una disco con el propósito de averiguar quién (entre ellos) es el mejor bailarín. Al llegar al lugar observan que no hay más bailarines en la disco, entonces, los amigos deciden bailar entre ellos pero acordando que bailarán por parejas y que cada uno bailará con todos los demás, al final de los respectivos bailes cada uno califica a la persona con la cual bailó en una escala del 0 al 10. Ahora los amigos deben decidir de que manera nombrarán al mejor bailarín de los cuatro (entre todas sus interacciones) y además quieren saber quién es el segundo mejor bailarín y también el peor bailarín. En un artículo publicado por Hernández L., propone una forma de ranquear. Dicho ranqueo esta basado en una axiomatización sustentada en la teoría de juegos cooperativos, en particular, en los juegos cooperativos de utilidad transferible (juegos TU). Donde cualquier subconjunto posible de un conjunto finito de agentes (individuos) es capaz de cooperar, y entonces, una cierta cantidad se genera debido a esta cooperación. El resultado de esta cooperación se da de acuerdo con una función, y el enfoque axiomático para resolver juegos TU proporciona varias maneras de asignar una cantidad dada entre los agentes basado en esta función, y algunas propiedades razonables de la solución que son traducidos de forma directa al problema de ranqueo. Este trabajo propone un ranking basado en juegos de utilidad transferible similares a los propuestos por Banzhaf, pero considerando las interacciones de los agentes.

**Uso de algoritmos heurísticos para la optimización en el diseño de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos.** (CAR)

*Enrique González Gutiérrez, Magda Muñoz Pérez, Francisco Javier Albores Velasco, Imelda Gutiérrez Espinoza (enrique.gonzalez@upt.edu.mx)*

El manejo de residuos sólidos es una tarea difícil y el diseño de rutas de recolección no lo es menos. Los algoritmos conocidos no siempre resuelven el problema debido a la cantidad de variables involucradas en el modelo. En este trabajo se proporciona el diseño de la ruta de recolección de residuos sólidos en el municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Para la elaboración de la ruta se utilizan el modelo del Problema del Agente Viajero, el algoritmo del vecino más próximo y la técnica de mejora 2-opt, en conjunto con el análisis de la problemática del municipio.

## Geometría Algebraica

**Introducción a la geometría torica.** (CAR)

*Erick David Luna Núñez (lunanunezerickdavid@gmail.com)*

En este cartel se pretende dar una breve introducción a un área de la geometría algebraica llamada la geometría tórica, dar un breve repaso por la geometría algebraica y explicar las diferencias entre variedades afines y variedades tóricas, así como las definiciones de estas últimas y sus ventajas para desarrollar el estudio de estas en geometría tórica.

**La función  $p$  de Weierstrass para entender la Ley de Grupo.** (CAR)

*Miguel Angel Prado Godoy, Homero R. Gallegos Ruiz (miguel.prado@cimat.mx)*

Una curva elíptica es un par  $(E, O)$  donde  $E$  es el cociente de los complejos por una retícula y  $O$  es un punto base en  $E$ . Una función elíptica  $f$  es una función meromorfa que satisface  $f(z + w) = f(z)$  para todo  $z$  complejo y  $w$  elemento de una latiz. La función  $p$  de Weierstrass es una función elíptica que además de construir al resto de las funciones elípticas a base de sí misma y su derivada, permite asignarle una estructura de grupo abeliano a las curvas elípticas. Mostraremos entonces cómo usar dicha función para entender la propia ley de grupo y la relación entre la parte algebraica y analítica de las curvas elípticas.



**La geometría de las raíces complejas.** (CAR)

*América Guadalupe Analco Panohaya* (ame\_lups@hotmail.com)

Para los griegos la Geometría era un regocijo y el Álgebra un mal necesario, por ello descartaron los números negativos, sin embargo el polinomio de segundo grado en la variable real  $x$  al momento de tomar los valores de  $x^2 + 1 = 0$  no tenía solución en los reales y eso dió pie a los números complejos que surgieron de la extensión lógica de ciertos procesos como el sacar raíces de números negativos. De manera sorprendente hay una relación entre los puntos asociados a las raíces de la derivada de un polinomio y los puntos asociados a las raíces del polinomio en sí. Tal relación fue descubierta por Gauss y Lucas. El objetivo de este trabajo es entender el Teorema de Gauss-Lucas y algunos resultados que muestran relaciones entre las raíces de un polinomio y las raíces de su derivada, no solo de forma teórica sino también de forma gráfica.

**Modificación de Nash de curvas tóricas.** (CAR)

*Daniel Green Tripp* (jd.221193@gmail.com)

La modificación de Nash es una técnica que busca resolver singularidades de una variedad algebraica. En el caso especial de las variedades tóricas afines la iteración de la modificación de Nash resulta ser equivalente a un algoritmo combinatorio. Veremos explícitamente este algoritmo en el caso de curvas tóricas y se darán algunos resultados acerca del número de iteraciones necesarias.

## Geometría Diferencial

**La propiedad minimizante de las superficies.** (CAR)

*Raziel Zavaleta Rodríguez* (zavaleta171093@gmail.com)

En esta plática abordaremos el problema de minimizar el área de una superficie parametrizada sobre una región  $\Omega$  del plano, se verá que este tipo de superficies son las que verifican una condición sobre la curvatura media de la superficie, después, veremos como generar una infinidad de estas superficies utilizando funciones de variable compleja y terminaremos dando algunas propiedades que cumplen estas superficies y veremos como las propiedades se corresponden en términos de ciertas funciones de variable compleja.

**Variedades y métricas de Khähler.** (CAR)

*Rolando Romeo Rubio Cortés* (rolandrub3rc@ciencias.unam.mx)

A partir de las definiciones y resultados respecto a las variedades diferenciables reales se pueden dar extensiones respectivas de éstas definiciones para poder definir de manera general a las variedades complejas. Teniendo en cuenta las extensiones conceptuales desde las variedades diferenciables reales hacia las variedades complejas, surgen de manera natural un tipo de variedades conocidas como variedades de Khähler. Se abordarán conceptos básico e importantes para las definición de una variedad de Khähler; ya antes mencionado que existen extensiones naturales entre las variedades reales y las variedades complejas de lo cual las variedades de Khähler no son la excepción, para ésta presentación se abordará en concreto las condiciones necesarias para que éste tipo de variedades tengan equipada una métrica, la métrica de Khähler.

## Matemática Discreta

**Problemas tipo Ramsey-Turán.** (CAR)

*Diego Fernández Hernández, Adriana Hansberg Pastor* (jonhy38.jm@gmail.com)

Consideremos una gráfica  $H$  y una bicoloración de las aristas de la gráfica completa de  $n$  vértices en colores rojo y azul. ¿Qué condiciones son necesarias y suficientes para asegurar una subgráfica  $H$  roja y una subgráfica  $H$  azul? En esta plática se darán varios resultados relacionados con este problema.

## Matemática Educativa

### Tareas de instrucción para promover el entendimiento de la propiedad distributiva del producto sobre la suma. (CAR)

*Fernando Lima Badillo* (Fernixsun286@hotmail.com)

La presencia de las matemáticas en diversas actividades de la vida cotidiana, la ciencia y la tecnología, ha generado la necesidad de entenderlas y utilizarlas para comprender el mundo en el que vivimos (NCTM, 2000). Sin embargo, los estudiantes no le dan importancia al aprendizaje de esta disciplina. Diversos investigadores coinciden en que esto se debe a que los salones de clase no ofrecen oportunidades para reflexionar sobre las ideas matemáticas y para articular los conocimientos de diversas áreas o disciplinas (Kaput, 1999; Romberg y Kaput, 1999). El aprendizaje de las matemáticas requiere que los estudiantes construyan significado para los conceptos, además de que desarrollen fluidez procedimental. Particularmente destaca la habilidad para dar sentido y manipular símbolos, identificar estructuras y generalizar patrones (Carpenter y Lehrer, 1999). Dentro del aprendizaje del álgebra se ha observado que los estudiantes muestran diversas dificultades para factorizar expresiones algebraicas, las cuales se originan en procesos de instrucción que promueven la memorización de catálogos de recetas (binomio al cuadrado, diferencia de cuadrados, diferencia de cubos, binomios conjugados, etcétera), más que la identificación de la estructura subyacente en este tipo de actividades. Sin embargo, la factorización de expresiones algebraicas consiste esencialmente en la aplicación de la propiedad distributiva del producto sobre la suma (Edwards, 2000). Con base en lo anterior consideramos que el desarrollo de fluidez procedimental en torno a los procesos de factorización debiera basarse en una comprensión profunda de la propiedad distributiva. La investigación sobre el aprendizaje o entendimiento de la propiedad distributiva a partir de modelos de áreas se puede clasificar en dos líneas principales. La primera de ellas se enfoca exclusivamente en las operaciones aritméticas mientras que la segunda inicia directamente con las expresiones algebraicas, sin que se haga la conexión entre aritmética y álgebra a través de procesos de identificación y generalización de patrones que permitan a los estudiantes dar sentido a los símbolos y a las operaciones a través de la interrelación entre representaciones numéricas, geométricas y algebraicas. En este contexto, el presente trabajo tiene el objetivo de determinar de qué manera tareas que involucran generalizar patrones utilizando modelos de área puede favorecer el entendimiento de la propiedad distributiva. Para lograr este objetivo, se diseñaron dos tareas que involucran el análisis de secuencias figurales donde los estudiantes debían representar las áreas de las figuras de dos formas diferentes, e identificar así como generalizar los patrones que observaron. El papel del instructor consistió en apoyar a los estudiantes para que centraran la atención en la representación de operaciones y no en los resultados. Las tareas se implementaron con un grupo de estudiantes de un CBTis en el estado de Hidalgo. Entre los principales resultados se encontró que los estudiantes muestran una tendencia a centrar la atención en los resultados de las operaciones lo cual les impidió generalizar patrones y así comprender la propiedad distributiva. Sin embargo, se identificó que las tareas fueron de utilidad para que algunos estudiantes desarrollaran cierto nivel de comprensión de la propiedad distributiva. Cuando se les propuso desarrollar un binomio, los estudiantes conectaron las expresiones algebraicas con los modelos de área y a partir de estos modelos realizaron la expansión correspondiente. Se observó también la permanencia de este conocimiento en observaciones posteriores realizadas por el instructor.

**Referencias:** Carpenter, T. y Lehrer, R. (1999). Teaching and learning Mathematics with understanding. In E. Fennema and T. A. Romberg (eds.), *Mathematics Classrooms that Promote Understanding* (pp. 19 – 32). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Edward, T. G. (2000). Some big ideas of algebra in the middle grades. *Mathematics teaching in the middle school*, 6(1), 26-31. Kaput, J. (1999). Teaching and Learning a New Algebra. In E. Fennema and T. A. Romberg (eds.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (pp. 133 – 155). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Romberg, T. A. y Kaput, J. (1999). Mathematics worth Teaching, Mathematics worth Understanding. In E. Fennema and T. A. Romberg (eds.), *Mathematics Classrooms that Promote Understanding* (pp. 3 – 17). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

### Tareas en escenarios de juego y competencia que favorecen el desarrollo de estrategias de cálculo mental. (CAR)

*José Guadalupe Mendoza Hernández* (pillo1976@hotmail.com)

Las estrategias de cálculo mental son importantes en la educación básica porque permiten que los estudiantes desarrollen su sentido numérico (la habilidad para asignar significado a los números y operaciones, así como fluidez y flexibilidad para realizar cálculos). La investigación orientada al desarrollo del pensamiento numérico ha seguido diferentes perspectivas. Por ejemplo algunos trabajos se han enfocado en las habilidades de estimación (Segovia y Castro, 2009) otros en el ejercitamiento de estrategias de cálculo mental propuestas por el instructor (Tsao y Lin, 2011). Sin embargo, existen pocas propuestas de instrucción basadas en contextos reales o actividades lúdicas que favorezcan el pensamiento numérico. En esta línea de ideas, se busca determinar, cómo tareas en contextos de compra y venta, promueven la generación de estrategias de cálculo mental y si existe una transferencia de esas estrategias cuando los estudiantes participan en actividades lúdicas, tales como el bota numérico, carrera contra la ignorancia (Rockwell, Candela, Carvajal, et al., 1993), armando parejas y las torres de operaciones. En este trabajo se conceptualiza a las matemáticas como la ciencia de los patrones (Steen, 1988). Además, se adopta una postura epistemológica socio constructivista, en la cual se supone que las personas construyen su propio conocimiento, independientemente de la forma de enseñanza. En cuanto a la dimensión pedagógica se sostiene que el objetivo del proceso de instrucción es desarrollar el entendimiento de las ideas matemáticas, es decir, la construcción de relaciones o conexiones entre un nuevo conocimiento y los conocimientos previos a través de los procesos de reflexión y comunicación que se

llevan a cabo durante la resolución de problemas (Hiebert, 1997). Por otra parte el ciclo básico para desarrollar entendimiento incluye las fases de acción, observación, formulación de conjeturas y justificación de resultados (Barrera-Mora y Reyes-Rodríguez, 2016), las cuales proporcionan experiencias sensoriales que son la base para la construcción de significados para los conceptos matemáticos. Las actividades se realizaron en una escuela telesecundaria ubicada de una comunidad rural del estado de Hidalgo, participaron 24 alumnos de los tres grados escolares divididos en cuatro equipos de trabajo, las tareas se implementaron en tres momentos: (i) la tienda departamental, en la cual se implementó un escenario de compra y venta, (ii) desarrollo de estrategias de cálculo mental, con base en el contexto de la tienda, (iii) rally matemático, basado en cuatro juegos desarrollados en equipos (formar parejas de operación y resultado, el basta numérico, las torres de operaciones y la carrera contra la ignorancia). La recolección de información se realizó a través de notas de campo realizadas por el investigador y grabaciones en video, las cuales se transcribieron posteriormente. Se identificó que los estudiantes desarrollaron estrategias de cálculo mental, sustentadas en el contexto de la tienda, por ejemplo, si tengo 1000 pesos y debo pagar 425 pesos, entonces pago con un billete de 500 y me sobran 75, más el otro billete de 500, en total me sobran 575 pesos. Los estudiantes que pueden entender una cantidad de diferentes maneras establecen diversas relaciones numéricas cuando realizan operaciones, por ejemplo: si el número 2.5 lo relacionan como la mitad de cinco, o como la cuarta parte de 10 o como dos veces uno más una mitad; así al multiplicar  $15 \times 2.5$ , pueden multiplicar 15 por 10 y dividirlo entre 4 ó multiplicar 15 por 2 más la mitad de 15.

**Referencias:** Barrera-Mora, F. y Reyes-Rodríguez, A. (2016). Designing Technology-Based Tasks for Enhancing Mathematical Understanding Through Problem Solving. In L. Uden et al. (eds.) *International Workshop on Learning Technology for Education in Cloud* (pp. 183-192). Cham: Springer International Publishing. Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K. C., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A., & Human, P. (1997). *Making sense: teaching and learning mathematics with understanding*. Portsmouth, NH: Heinemann. Rockwell, E., Candela, A., Carvajal, A., et al. (1993). *Dialogar y descubrir: libro de juegos: niveles I,II y III*. México, D.F.: Consejo Nacional de Fomento Educativo. Segovia A. y Castro M. E. (2009). La estimación en el cálculo y en la medida: fundamentación curricular e investigaciones desarrolladas en el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 7, 499-536. Steen, L. A. (1988). The science of patterns. *Science*, 240(29), 616. Tsao Y.L. y Lin Y. C. (2011) The study of number sense and teaching practice. *Journal of Case Studies in Education*, 2, 1-1914.

#### **Teorema de Bolyai-Gerwien. (CAR)**

*Brenda Natividad Guerrero Albañil, David Alejandro Ozuna Santiago, Armando Morales Carballo (brenda.suou@hotmail.com)*

En esta parte se habla de la importancia del Teorema de Bolyai-Gerwien, el cual se enuncia de la siguiente forma: Dados dos polígonos de la misma área, se puede cortar uno de ellos en un número finito de piezas poligonales que, mediante traslaciones y giros, pueden colocarse formando el otro polígono. Mediante el poster del teorema de interés se estudiará para el desarrollo del conocimiento matemático, para su enseñanza –aprendizaje, o en las aplicaciones a la resolución de problemas fuera y dentro de la matemática. Se menciona el objetivo del teorema, es decir, el trabajarlo en el área de geometría puede tratarse de una propuesta no rutinaria de tratar el teorema y su prueba, mediante un contexto visual plasmando las ideas principales de su formulación, o su uso en la resolución de problemas.

#### **Un uso de recursos en la formación de futuros profesores de matemáticas. (CAR)**

*Eloisa Benítez Mariño, José Rigoberto Gabriel Argüelles (jrgwebm2009@gmail.com)*

Para profundizar en la formación y desarrollo profesional de los estudiantes de una Licenciatura en Matemáticas, un maestro desarrolló un curso del mapa curricular, denominado Tecnologías en Educación Matemática, los recursos del profesor fueron elegidos en relación a su práctica al usar tecnología y la cultura matemática formal imperante en la institución involucrada, complementado con los recursos encontrados por los estudiantes derivados de una búsqueda bibliográfica y que fueron de su interés. En esta plática, se presentará el análisis del trabajo de los estudiantes con una mirada al sistema de recursos con los que se trabajó en el curso. Se observaron algunos efectos de los recursos analizados en la forma de trabajo de los estudiantes, por ejemplo, uso de analogías, creencias y obstáculos, en particular, este grupo de estudiantes tuvieron una desconexión para enlazar el área abstracta de la Matemática con la Didáctica.

#### **Una descomposición genética alternativa para la integral definida. (CAR)**

*Liliana Itzel Guevara Rojas, Lidia Aurora Hernández Rebollar (draksy\_8002@hotmail.com)*

En la Investigación de Aldana (2011) se presenta una descomposición genética para el aprendizaje de la Integral Definida en alumnos de Matemáticas. Con base en la teoría APOE y en el libro Angoa et al(2015), presentamos una descomposición genética alternativa para la Integral Definida, mediante la cual se da a conocer las estructuras mentales y procedimientos que se siguen hipotéticamente para el aprendizaje de la Integral Definida en alumnos de Matemáticas.

**Una problematización sobre la Regla de L'Hospital. (CAR)**

*Andrea Guadalupe Gutiérrez Ojeda, Kevin Alberto Cen Godoy (anndygutierrez@hotmail.com)*

En esta ponencia se comunica una problemática asociada a la deficiente conceptualización escolar de la Regla de L'Hospital. Se asume que dicho problema es consecuencia del tipo de epistemología escolar que le ha sido otorgado a este saber, pues éste se comunica como una "técnica de derivación" para operar límites indeterminados de funciones en un contexto analítico, privilegiando con ello un pensamiento estático. De forma que, se inhibe la transferencia del saber a otros escenarios en los cuales tiene cabida su uso.

**Una propuesta didáctica para favorecer el razonamiento aritmético en nivel de Educación Primaria. (CAR)**

*Marlene Roberta Acevedo Zapata, Hipólito Hernández Pérez (marlenracevedo777@gmail.com)*

La investigación tiene como propósito el diseño e implementación de secuencias didácticas, a partir de la evaluación de los escenarios de aprendizaje de los alumnos que cursan el quinto grado de Educación Primaria. Con el objetivo de promover el planteamiento y resolución de problemas, que incluyan las cuatro operaciones aritméticas (suma, resta, multiplicación, división) para potencializar el razonamiento aritmético en esta área de conocimiento. El recurso metodológico a emplear es de tipo cualitativo, en el que se incluye para la recolección de datos; la entrevista semiestructurada (Woods, 1988), la teoría de las situaciones didácticas (Brousseau, 1999) y la resolución de problemas (Santos-Trigo, 2010).

**Uso de cuadrículas como apoyo a la docencia. (CAR)**

*Salvador Tamayo Casillas, Demetrio Miguel Mendoza, Pedro Bulmaro Santiago Cruz (rodavlas\_tacasa@hotmail.com)*

Proponemos un uso de cuadrículas como un recurso didáctico para la educación a nivel de primaria y secundaria, que consiste en el manejo de cuadrículas de madera o de cualquier otro material para practicar conocimientos ya sea aritméticos o geométricos. Como por ejemplo las áreas de Pick.

**Utilización de una hoja de cálculo para la enseñanza de nociones matemáticas en secundaria o bachillerato. (CAR)**

*Juan Carlos Abarca Cisneros (juan\_cisneros30@hotmail.com)*

Este trabajo está pensado para dar a conocer una herramienta tecnológica que puede ayudar a la comprensión de ciertas nociones matemáticas en alumnos de los niveles secundaria y bachillerato. El objetivo o campo de interés se centra en el uso de una hoja de cálculo para la enseñanza de las matemáticas y, a través de ella, desarrollar poco a poco habilidades matemáticas a través de la experimentación, la exploración y el razonamiento del alumno así como también incentivar la imaginación y el análisis crítico. El uso adecuado de una hoja de cálculo puede propiciar la actividad matemática de los estudiantes. Para garantizar el uso de la hoja de cálculo como técnica de aprendizaje, se hará énfasis a diversos dominios de la matemática en los cual puede ser aprovechada, a saber: En estadística (quizá la aplicación más natural e inmediata), la hoja de cálculo permite, manejar, organizar y estudiar un gran número de datos numéricos, calcular sumas, medias aritméticas, porcentajes, por mencionar algunas. Permite también hacer representaciones gráficas (diagramas, gráficas cartesianas), facilita la comparación de series de datos, las organizaciones posibles y las diferentes representaciones gráficas asociadas. En aritmética, la hoja de cálculo permite manipular los números y organizar cálculos. Permite la realización de numerosos cálculos y facilita su presentación organizada con la ayuda de tablas. Permite también manipular las diferentes escrituras de un número; los diferentes formatos de las celdas vuelven posible el paso de una escritura decimal a otra, la escritura de porcentajes, la notación científica, las fracciones. La hoja de cálculo permite ofrecer nuevos métodos de resolución a los alumnos para tratar problemas numéricos sin utilización del álgebra. Por ejemplo, vuelve accesible a algunos estudiantes el estudio de problemas discretos en los cuales un estudio exhaustivo de todos los casos se vuelve posible, gracias a esta herramienta. Está totalmente adaptada para permitir a los alumnos elaborar estrategias del tipo "ensayo y error", pero también es una buena herramienta que permite progresar hacia un método más algebraico a partir de métodos intuitivos aritméticos. Paralelamente, para la construcción de fórmulas, puede facilitar el aprendizaje de la noción de variable y útil para introducir el paso de la aritmética al álgebra. La construcción de fórmulas necesita en efecto la elaboración de un razonamiento y la identificación de la variable que será materializada por una celda. La hoja de cálculo permite también un aporte a nivel de la identificación de la incógnita y de la variable y la resolución de ecuaciones sin utilizar el álgebra. Al final de la secundaria, puede ser útil para abordar diversos aspectos de la noción de función, y en particular identificar la relación que existe entre una fórmula, una tabla de valores y una nube de puntos. En el trabajo, presentaremos diferentes ejemplos que ilustrarán la utilidad de la hoja de cálculo en los dominios que hemos listado en los párrafos anteriores para propiciar un aprendizaje más interactivo y hacer que el alumno experimente y razone por sí mismo sobre un determinado problema matemático.

**Los Números de Fibonacci, siguen Dando de qué Hablar. (CAR)**

*Sergio Mirabal García (labarim@live.com.mx)*

La presente es una charla que va dirigida a los Profesores de secundaria y trata sobre algunas particularidades de la Histórica Sucesión de Fibonacci (Leonardo de Pisa, 1170 – 1240), y trata de algunas particularidades que poseen estos números, dicha exposición será

sin realizar demostración alguna pues lo que se desea es que los maestros aprecien algunos aspectos de esta sucesión, por ejemplo si con la suma de los cuadrados de dos números consecutivos obtenemos otro número de Fibonacci, ¿qué ocurre con los cubos de tres números consecutivos de la sucesión?. Se sabe que el quinto elemento de la sucesión es cinco y que cada posición múltiplo de cinco (5, 10, 15, etc. . . ) el elemento también es múltiplo de cinco, pero ¿qué ocurre con los demás elementos de estos números? Estos números tienen un fuerte lazo de unión, desde su propia construcción que los mantiene perfectamente encadenados sujetos a propiedades que vale la pena mostrar o resaltar.

## Matemáticas e ingeniería

### **La Transformada de Fourier para el análisis de armónicos en sistemas eléctricos usando MatLab.** (CAR)

*Javier Hernández Carrasco, Beatris Adriana Escobedo Trujillo, Francisco Alejandro Alaffita Hernández, Guillermo Miguel Martínez Rodríguez (javhernandez\_co@yahoo.com)*

En el presente trabajo se muestra una metodología para trasladar una señal de voltaje muestreada en tiempo real al dominio de la frecuencia. Para ello, se aplicarán los conceptos de la serie de Fourier compleja y la transformada rápida de Fourier (FFT), así como la transformada discreta de Fourier. La obtención del espectro de frecuencias como resultado de este estudio permitirá analizar la presencia de armónicos en la señal, es decir, componentes de voltaje de frecuencia múltiplo de la fundamental, que en nuestro país es de 60 Hz. Apoyándose en el teorema de muestreo de Nyquist-Shannon, se explicará a detalle la selección de la frecuencia de muestreo adecuada para la toma de mediciones en baja tensión.

### **Transferencia de calor en un concentrador solar parabólico.** (CAR)

*Diana Laura Constantino Estrada, Darío Colorado Garrido, Francisco Alejandro Alaffita Hernández (constantino.dlce@gmail.com)*

Este trabajo presenta una aplicación detallada analítica del método de volumen finito en la transferencia de calor en un concentrador solar de tipo parabólico tomando en cuenta las pérdidas de calor por convección y radiación. Este método numérico permite discretizar y resolver ecuaciones diferenciales parciales, consta de un volumen de control creado alrededor de los puntos de una malla de discretización de un espacio fluido, esto sin que se traslapen entre ellos. En la aplicación estudiada el método discretiza la transferencia de calor en un tubo, obteniendo con esta discretización una ecuación lineal en términos de la temperatura la cual se resuelve por medio de una matriz tridiagonal.

## Matemáticas en la Economía y las Finanzas

### **Proyección a una dimensión de la ecuación de Black-Scholes bidimensional para una opción cuyo precio de ejercicio está en una divisa distinta a la del stock.** (CAR)

*Rubén Omar Salas Castellanos, Chacón Acosta Guillermo (ramosalas4815@hotmail.com)*

En este trabajo se realizará el estudio de opciones con precio de ejercicio en moneda extranjera utilizando la ecuación de Black-Scholes en dos variables para el precio de la opción. Para este caso las variables serán el precio del stock y el tipo de cambio entre divisas, en donde se utilizarán los supuestos de que la divisa afecta en el precio de la opción, depende del precio del stock y sus valores están acotados. En este trabajo se utilizará un método de proyección de Zwanzig que se introdujo para estudiar la difusión en un canal asimétrico bidimensional. Para un canal 2D definido por  $A_1(x) < y < A_2(x)$ , donde  $A_1(x)$  y  $A_2(x)$  son las fronteras del canal, el método promedia la información de la forma de las fronteras a la dirección longitudinal  $x$ , dejando una ecuación efectiva para la difusión en esta dirección, conocida como la ecuación de Fick-Jacobs. En el presente trabajo en lugar de las fronteras del canal tendremos funciones que acoten el tipo de cambio entre las divisas. Se encontrará una ecuación tipo Black-Scholes para el precio de la opción que solo dependa del precio del stock y que incluya el efecto de la variación de precio de las divisas. Además, la volatilidad podrá escribirse como una función del precio del stock de manera similar que se obtiene una difusión efectiva.

## Sistemas Dinámicos

### **Dominios de Baker Errantes con un conjunto contable de singularidades esenciales.** (CAR)

*Adrián Esparza Amador (adesor@cimat.mx)*

La extensión de la teoría de iteración de funciones racionales a funciones trascendentes, genera dos nuevos tipos de componentes de Fatou, los dominios de Baker y los dominios Errantes. El propio Fatou en parte de su trabajo, expuso la existencia de dominios de Baker (dominios donde la convergencia es a una singularidad esencial). Baker, en una de sus publicaciones, construye ejemplos de funciones enteras con dominios Errantes, la técnica utilizada es a través de funciones conmutadoras. En ésta plática, mostraremos la existencia de dominios de Baker Errantes para funciones con un conjunto contable de singularidades esenciales, a través de funciones conmutadoras, suponiendo la existencia de dominios de Baker para funciones con un conjunto contable de singularidades esenciales, siendo cada una de estas singularidades esenciales un punto Baker (punto de convergencia para el dominio de Baker).

### **Implementación de métodos de linealización y control, risk sensitive estocástico con seguimiento aplicados a un sistema de levitación magnética.** (CAR)

*Fidel Esteban Flores Ocampo, Maria Aracelia Alcorta García (mcnfefo@gmail.com)*

Se presenta un sistema de levitación magnética y se modela como un sistema dinámico. En el sistema propuesto se plantean como variables la distancia del polo al objeto levitado, su velocidad, la fuerza magnética generada, y la intensidad de la corriente necesaria para actuar el sistema. Se propone la intensidad de la corriente como variable de control y se plantea así un problema de teoría de control. El sistema se linealiza y se investiga su solución por dos métodos. Se obtiene un control PID, el cual logra que los estados alcancen los valores deseados dados parámetros típicos de operación en un tiempo menor a 3 segundos. Luego, asumiendo la presencia de disturbios en el sistema, representados como ruido blanco de Gauss, se encuentra una solución por medio de la aplicación del método de control óptimo Risk Sensitive con seguimiento, verificando su eficacia para diferentes intensidades del ruido blanco.

### **Lugar de conexidad en una familia de polinomios cuárticos.** (CAR)

*Mirna Valenzuela Domínguez, Gamaliel Blé González (miva-9408@hotmail.com)*

En este trabajo se analizará la geometría del espacio de parámetros de una familia de polinomios cuárticos y fijando uno de los puntos críticos se mostrarán los diferentes conjuntos que resultan como lugar de conexidad y algunas de sus propiedades topológicas.

### **Modelo de la propagación de rumores a partir de simulaciones computacionales empleando procesos estocásticos.** (CAR)

*Jorge Chávez Carlos, Miriam Galicia Soto (jorge.chavez@correo.nucleares.unam.mx)*

Un rumor se puede definir como un tipo de información que no es verificable, su importancia es de interés local y su propósito es ser creíble ante el universo en que se propaga en el marco espacial y temporal en perfiles Históricos, Sociales, Económicos, etc. Los rumores juegan un papel muy importante en la sociedad influyendo en las decisiones de los individuos y su comportamiento colectivo. En el presente trabajo se estudia una simulación computacional (programada en NetLogo) que representa la propagación de un rumor en un espacio bidimensional. La cual funciona usando algoritmos estocásticos que imitan el comportamiento de una persona que hemos nombrado "Jarvis", que difunde información a sus vecinos cercanos, donde los vecinos cercanos se definen como las cuatro u ocho personas adyacentes a él. A partir de esta simulación se han obtenido parámetros con los que se construyó un modelo matemático que describe este comportamiento. Se tomaron dos casos de estudio en este trabajo. En el primer caso se reproduce la dinámica del esparcimiento de un rumor cuyo origen está centrado en Jarvis. En el segundo caso se estudia lo que hemos nombrado "la llamada" que consiste en la aparición espontánea del rumor en diferentes partes del espacio debido al transporte de información entre Jarvis y otra persona no adyacente a él después de un tiempo de haberse iniciado la difusión. Con este trabajo se pretende explorar diversos fenómenos económicos y sociales que son susceptibles a comportamientos semejantes al expuesto mediante un contexto científico.

### **Sobre la continuidad del conjunto de Julia respecto al parámetro.** (CAR)

*Giovanna de Jesús Carlos (gio.djcarlos@gmail.com)*

En esta plática se hablará sobre la continuidad de la función que manda a un número complejo  $c$  el conjunto de Julia asociado a la función cuadrática asociada a  $c$ .

## Topología General

### Topologías que surgen de la lógica. (CAR)

*Fernando Cocoltzi Adame, José Juan Angoa Amador (fernando.cocoltzi.a@gmail.com)*

El considerar a los operadores lógicos en un contexto algebraico permite encontrar estructuras de órdenes parciales y retículas, las cuáles conducen a ejemplos de espacios topológicos (que no son Hausdorff) y que son relevantes en el contexto de las ciencias de la computación. Se seguirá una presentación dada por S. Vickers en el libro *Topology via logic*: se presentarán algunas motivaciones y definiciones y finalmente se ejemplificará cómo puede modelarse con dichos conceptos en un nivel básico el flujo de datos bit a bit en una computadora.

### Variedades de Stiefel y Grassmann. (CAR)

*Sergio Carrasco Gámez (cags9607@gmail.com)*

Consideremos  $\mathbb{R}^m$  y colecciones de vectores  $\{v_1, \dots, v_n\}$  en  $\mathbb{R}^m$  que sean ortonormales dos a dos, podemos definir las variedades de Stiefel,  $V_n(\mathbb{R}^m)$ , como

$$V_n(\mathbb{R}^m) = \{(v_1, \dots, v_n) : \langle v_i, v_j \rangle = 0 \text{ o } 1\} \subset \underbrace{\mathbb{R}^m \times \dots \times \mathbb{R}^m}_{n\text{-veces}}$$

Las variedades de Grassmann,  $G_n(\mathbb{R}^m)$ , se definen como sigue:

$$G_n(\mathbb{R}^m) = \{V \subset \mathbb{R}^m : V \text{ es un espacio vectorial con } \dim(V) = n\}$$

Para todo  $m$ ,  $V_1(\mathbb{R}^m)$  es homeomorfo a la esfera de dimensión  $m-1$ ,  $S^{m-1}$  y  $G_1(\mathbb{R}^m)$  es homeomorfo a  $\mathbb{R}P^{m-1}$ , el espacio proyectivo real de dimensión  $m-1$ . Ambas variedades son muy importantes en distintas áreas de las matemáticas ya que poseen propiedades muy importantes, por ejemplo, son compactas y diferenciables. En esta plática abordaremos estas y otras propiedades al estudiar  $V_n(\mathbb{R}^m)$  y  $G_n(\mathbb{R}^m)$  como espacios orbitales de la acción de un grupo de Lie sobre un espacio topológico.

### ¿Un remolino en mi cabeza? Una explicación matemática no genética. (CAR)

*Emma Beatriz Hernández Bautista (amor\_ebhb180495@hotmail.com)*

¿Te has preguntado por qué al peinarnos se forma un remolino en nuestra cabeza?

En 1912 Luitzen Ebertus Jan Brouwer demostró que **sobre una esfera no existe ningún campo de vectores tangentes y no nulos continuos**, resultado conocido como *teorema de la bola peluda* y que nos da una respuesta a la pregunta. Si pensamos que nuestra cabeza es una esfera, y nuestro cabello peinado el campo de vectores tangentes a la esfera, entonces el teorema nos afirma que existe un punto en nuestra cabeza donde se formará un remolino.

Este teorema es relevante ya que nos brinda mucha información sobre atractores, sistemas dinámicos, estructuras claves en la teoría del caos y por lo tanto muy útiles en meteorología. Es una explicación de por qué hay forzosamente huracanes en la Tierra.

Otra aplicación muy importante es en ecuaciones diferenciales, nos sirve para demostrar que en el plano de fases de algunas ecuaciones diferenciales deben aparecer puntos singulares.

En este trabajo presentaremos la demostración del teorema y de otros resultados relevantes en la topología sobre retracciones, homotopías y puntos fijos.





Le hacemos una atenta invitación a la Comunidad Matemática, para someter trabajos para su posible publicación en las *Memorias de las Sociedad Matemática Mexicana 2018*, 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 30 de abril de 2018**, 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  $12.5 \times 17$  cm.

`\usepackage[paperwidth=170mm,paperheight=230mm,total={125mm,170mm},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  $17 \times 23$  cm.

Para mayor información visite la página (próximamente):

<http://www.sociedadmatematicamexicana.org.mx/>

en la sección de publicaciones (Memorias).