



**Junio 5-9 de 2017**

Bogotá D.C.

ISBN 978-958-95081-1-4

# XXI CONGRESO COLOMBIANO DE MATEMÁTICAS

## Avance de la matemática en Colombia

Resúmenes:  
XXI Congreso Colombiano  
de Matemáticas



Departamento de Matemáticas  
Facultad de Ciencias  
Sede Bogotá

SESQUICENTENARIO  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

**XXI CONGRESO  
COLOMBIANO DE  
MATEMÁTICAS**

5 AL 9 DE JUNIO DE 2017, BOGOTÁ D.C., COLOMBIA



# Contents

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Comités</b>	<b>3</b>
2.1	Comité Científico . . . . .	3
2.2	Comité Organizador . . . . .	3
2.3	Comités de Áreas . . . . .	4
2.3.1	Álgebra . . . . .	4
2.3.2	Análisis . . . . .	4
2.3.3	Ecuaciones diferenciales y sistemas dinámicos . . . . .	4
2.3.4	Enseñanza de las matemáticas . . . . .	4
2.3.5	Geometría . . . . .	4
2.3.6	Historia de las Matemáticas . . . . .	4
2.3.7	Lógica . . . . .	4
2.3.8	Matemáticas Aplicadas . . . . .	4
2.3.9	Probabilidad y Estadística . . . . .	5
2.3.10	Teoría de números y combinatoria . . . . .	5
2.3.11	Topología . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Programación</b>	<b>7</b>
3.1	LUNES . . . . .	7
3.2	MARTES . . . . .	16
3.3	MIÉRCOLES . . . . .	26
3.4	JUEVES . . . . .	32
3.5	VIERNES . . . . .	40
<b>4</b>	<b>Resúmenes</b>	<b>51</b>
4.1	Conferencias Plenarias . . . . .	51
4.2	Conferencias Semiplenarias . . . . .	55
4.2.1	ÁLGEBRA . . . . .	55
4.2.2	ANÁLISIS . . . . .	56
4.2.3	ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICO	58
4.2.4	ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	61
4.2.5	LÓGICA . . . . .	62
4.2.6	MATEMÁTICAS APLICADAS . . . . .	65

4.2.7	GEOMETRÍA . . . . .	65
4.2.8	TOPOLOGÍA . . . . .	68
4.2.9	HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	70
4.2.10	TEORÍA DE NÚMEROS Y COMBINATORIA . . . . .	71
4.2.11	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA . . . . .	71
4.3	Cursillos . . . . .	72
4.3.1	ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICOS	72
4.3.2	ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	73
4.3.3	MATEMÁTICAS APLICADAS . . . . .	74
4.3.4	GEOMETRÍA . . . . .	76
4.3.5	TOPOLOGÍA . . . . .	78
4.4	Conferencias Contribuidas 20MIN . . . . .	79
4.4.1	ÁLGEBRA . . . . .	79
4.5	JUEVES . . . . .	88
4.6	VIERNES . . . . .	96
<b>5</b>	<b>Resúmenes</b>	<b>107</b>
5.1	Conferencias Plenarias . . . . .	107
5.2	Conferencias Semiplenarias . . . . .	111
5.2.1	ÁLGEBRA . . . . .	111
5.2.2	ANÁLISIS . . . . .	113
5.2.3	ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICO	115
5.2.4	ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	118
5.2.5	LÓGICA . . . . .	120
5.2.6	MATEMÁTICAS APLICADAS . . . . .	122
5.2.7	GEOMETRÍA . . . . .	123
5.2.8	TOPOLOGÍA . . . . .	126
5.2.9	HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	128
5.2.10	TEORÍA DE NÚMEROS Y COMBINATORIA . . . . .	129
5.2.11	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA . . . . .	130
5.3	Cursillos . . . . .	131
5.3.1	ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICOS	131
5.3.2	ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	132
5.3.3	MATEMÁTICAS APLICADAS . . . . .	133
5.3.4	GEOMETRÍA . . . . .	135
5.3.5	TOPOLOGÍA . . . . .	137
5.4	Conferencias Contribuidas 20MIN . . . . .	138
5.4.1	ÁLGEBRA . . . . .	138
5.4.2	ANÁLISIS . . . . .	150
5.4.3	ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICOS	164
5.4.4	ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	177
5.4.5	LÓGICA . . . . .	203
5.4.6	MATEMÁTICAS APLICADAS . . . . .	208
5.4.7	GEOMETRÍA . . . . .	224
5.4.8	TOPOLOGÍA . . . . .	230
5.4.9	HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS . . . . .	235

5.4.10	TEORÍA DE NÚMEROS Y COMBINATORIA . . . . .	238
5.4.11	PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA . . . . .	244
<b>6</b>	<b>Agradecimientos</b>	<b>249</b>
6.1	Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá . . . . .	249
6.2	Sociedad Colombiana de Matemáticas . . . . .	249
6.3	Patrocinadores . . . . .	250



# 1

## Introducción

Con el firme propósito de congregar a la comunidad matemática en un espacio idóneo para la presentación de los últimos avances matemáticos, los resultados de investigaciones y generar un fortalecimiento de la comunidad, la Sociedad Colombiana de Matemáticas (SCM) en alianza con varias instituciones académicas del país, organizan el Congreso Colombiano de Matemáticas (CCM).

El Congreso desde el 2007 ha recorrido cinco ciudades: Medellín, Cali, Bucaramanga, Barranquilla y Manizales. En su versión vigésimo primera llega a la Universidad Nacional de Colombia, con el ánimo de celebrar el sesquicentenario de esta institución. Para ello, ha establecido una agenda académica basada en plenarias, semiplenarias, charlas cortas, posters y cursillos, alrededor de las áreas que se trabajan en todo el país como son: Análisis, Álgebra, Topología, Teoría de número y combinatoria, Ecuaciones diferencias y sistemas dinámicos, Historia de las matemáticas, Enseñanza de las matemáticas, Lógica, Geometría, Probabilidad y estadística, y Matemáticas aplicadas.

Así mismo, y con el objetivo de reconocer el trabajo que los matemáticos realizan en todo el territorio nacional, la SCM entregará los premios José Celestino de Mutis y Bosio; José Fernando Escobar a la Investigación en Matemáticas, y el Premio Nacional de Matemáticas. La Ceremonia de premiación se realizará en el Auditorio León de Greiff de la Universidad Nacional el jueves 8 de junio a las 6:00 p.m.

Por otra parte, la Comisión de Educación Matemática de la SCM contará con una serie de actividades alternas, entre las que destacan los encuentros en torno al futuro de las Licenciaturas de Matemáticas en el país. También, la Comisión de Equidad y Género cuenta con la exposición Women of Mathematics - A Gallery of Portraits que estará expuesta en la Biblioteca de Ciencia y Tecnología el jueves y viernes de la semana del Congreso. La presentación oficial de la exposición estará a cargo de Sylvie Paycha.

La programación de las ponencias y actividades podrá encontrarla en su última versión en la página: [www.scm.org.co/eventos/ccm2017](http://www.scm.org.co/eventos/ccm2017).

Finalmente, nos complace en invitarlo al cóctel inaugural que se realizará en el auditorio León de Greiff.

Esperamos que disfrute de esta nueva versión del Congreso Colombiano de Matemáticas.

¡Sean bienvenidos!

## 2

# Comités

### 2.1 Comité Científico

- Bernardo Uribe - Universidad del Norte. **Coordinador**
- Jaime Arango - Universidad del Valle
- Xavier Caicedo - Universidad de los Andes
- Jorge Cossio - Universidad Nacional de Colombia
- Carlos Montenegro - Universidad de los Andes
- Oswaldo Lezama - Universidad Nacional de Colombia
- Alf Onshuus - Universidad de los Andes
- Andrés Villaveces - Universidad Nacional de Colombia
- Fernando Zalamea - Universidad Nacional de Colombia

### 2.2 Comité Organizador

- César Augusto Gómez Sierra - Universidad Nacional de Colombia. **Coordinador**
- Milton Armando Reyes Villamil- Universidad Nacional de Colombia
- Natalia Camila Pinzón Cortés - Universidad Nacional de Colombia
- José Reinaldo Montañez Puentes - Universidad Nacional de Colombia
- Andrés Villaveces Niño - Universidad Nacional de Colombia
- Agustín Moreno Cañadas - Universidad Nacional de Colombia

## 2.3 Comités de Áreas

### 2.3.1 Álgebra

- John Jaime Rodríguez Vega - Universidad Nacional de Colombia
- César Galindo - Universidad de los Andes

### 2.3.2 Análisis

- Germán Eduardo Fonseca - Universidad Nacional de Colombia
- José Raúl Quintero - Universidad del Valle

### 2.3.3 Ecuaciones diferenciales y sistemas dinámicos

- Serafín Bautista Díaz - Universidad Nacional de Colombia
- Élder Villamizar - Universidad Industrial de Santander

### 2.3.4 Enseñanza de las matemáticas

- Herbert Alonso Dueñas - Universidad Nacional de Colombia
- Guillermo Cervantes - Universidad del Norte
- Enrique Acosta - Universidad de los Andes

### 2.3.5 Geometría

- Héctor Fabián Ramírez - Universidad Nacional de Colombia
- Sofía Pinzón - Universidad Industrial de Santander

### 2.3.6 Historia de las Matemáticas

- Clara Helena Sánchez - Universidad Nacional de Colombia
- Víctor Albis - Universidad Nacional de Colombia

### 2.3.7 Lógica

- Andrés Villaveces Niño - Universidad Nacional de Colombia
- John Goodrick - Universidad de los Andes

### 2.3.8 Matemáticas Aplicadas

- Jorge Mauricio Ruiz - Universidad Nacional de Colombia
- Juan Carlos Muñoz - Universidad del Valle

**2.3.9 Probabilidad y Estadística**

- Adolfo Quiroz - Universidad de los Andes
- Liliana Blanco - Universidad Nacional de Colombia

**2.3.10 Teoría de números y combinatoria**

- Jeanneth Galeano Peñaloza - Universidad Nacional de Colombia
- Guillermo Mantilla - Universidad de los Andes
- Jorge Plazas - Pontificia Universidad Javeriana

**2.3.11 Topología**

- Carolina Neira Jiménez - Universidad Nacional de Colombia
- José Manuel Gómez - Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín



# 3

## Programación

### 3.1 LUNES

07:30-09:30 **REGISTRO** (Edificio Ciencia y Tecnología)

09:30-10:00 **CEREMONIA INAUGURAL** (Auditorio León de Greiff)

10:00-11:00 **DECAIMIENTO Y PROPAGACIÓN DE REGULARIDAD EN ECUACIONES DISPERSIVAS** (Auditorio León de Greiff)  
PEDRO ISAZA JARAMILLO, Universidad de Antioquia, Colombia

11:00-12:00 **INVESTIGAR EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA: UNA RESPONSABILIDAD DE LOS MATEMÁTICOS** (Auditorio León de Greiff)  
BRUNO D'AMORE, Universidad de Bolonia, Italia

12:00-14:00 **ALMUERZO**

14:00-14:50 **SEMIPLENARIAS**

2762 - FELIPE LINARES, IMPA  
**ON THE FRACTIONAL KP EQUATIONS**  
Edificio 404 Salón 200

2650 - CARLOS E. UZCÁTEGUI  
**SOBRE EL SEMIGRUPO DE ELLIS EN ESPACIOS MÉTRICOS, COMPACTOS Y NUMERABLES**  
Edificio 453 Auditorio A

2782 - JUANITA PINZON CAICEDO, UNIVERSITY OF GEORGIA, EEUU  
**LA DIMENSIÓN 4 Y CONCORDANCIA DE NUDOS**

Edificio 453 Auditorio B

3045 - BERTRAND EYCHENNE, Liceo Francés de Bogotá, Colombia  
**LECCIONES DE JEOMETRÍA ANALÍTICA DE LINO DE POMBO  
 EN EL COLEGIO MILITAR DE BOGOTÁ (1850)**  
 Edificio 453 Auditorio C

15:00-15:30 **CHARLAS CORTAS**

2684 - JUAN MANUEL MONTOYA  
**UNA NUEVA FAMILIA INFINITA DE DIGRAFOS FUERTE-  
 MENTE REGULARES CON GRUPOS DE AUTOMORFIS-  
 MOS SEMIRREGULARES**  
 Edificio 404 Salón 206

2477 - CARLOS RAFAEL PAYARES GUEVARA, INSTITUCIÓN ED-  
 UCATIVA PLACIDO RETAMOZA  
**EL PROBLEMA DE CLASIFICACIÓN DE LA P-ÁLGBRAS  
 DE LIE SIMPLES** Edificio 404 Salón 204

1600 - JOSE A. VELEZ-MARULANDA  
**UNIVERSAL DEFORMATION RINGS FOR COMPLEXES OVER  
 FINITE-DIMENSIONAL ALGEBRAS**  
 Edificio 404 Salón 201

779 - RICARDO CÓRDOBA GÓMEZ, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**EXISTENCIA DE ONDAS VIAJERAS PERIÓDICAS PARA  
 UNA ECUACIÓN DE EVOLUCIÓN NO LINEAL**  
 Edificio 405 Salón 311

564 - OSCAR GUZMÁN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-  
 SEDE BOGOTA  
**WEIGHTED NORM INEQUALITIES FOR THE MULTILIN-  
 EAR MAXIMAL OPERATOR ON VARIABLE LEBESGUE  
 SPACES**  
 Edificio 405 Salón 312

696 - DUVÀN CARDONA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**FOURIER MULTIPLIERS FOR BESOV SPACES ON GRADED  
 LIE GROUPS**  
 Edificio 405 Salón 313

748 - MAURO MONTEALEGRE CARDENAS, UNIVERSIDAD SUR-COLOMBIANA

**BIFURCACIONES EN REDES NEURONALES**

Edificio 404 Salón 200A

157 - MAURICIO BOGOYA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. SEDE BOGOTA

**SOBRE UN SISTEMA DE ECUACIONES DIFERENCIALES CON NO-LOCAL**

Edificio 404 Salón 212

582 - CHRISTIAN CAMILO CORTES GARCIA, UNIVERSIDAD SUR-COLOMBIANA

**ESTUDIO DE LA DISCONTINUIDAD EN ALGUNOS MODELOS POBLACIONALES**

Edificio 404 Salón 200B

2437 - LIC.ING. FRANCISCO ANTONIO GUTIERREZ CARDONA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

**PRÁCTICAS MATEMÁTICAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MEDIDAS DE DISPERSIÓN EN EL AULA SECTORIZADAS DESDE EL TURISMO**

Edificio 405 Salón 203

1622 - WILMAR EPIFANIO GOMEZ MOYANO, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

**CONTEXTOS MATEMÁTICOS QUE FAVORECEN LA FORMULACION DE PROBLEMAS RELACIONADOS CON SISTEMAS DE COORDENADAS**

Edificio 405 Salón 215

2469 - JAIME DAVID GRISALES DÁVILA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

**CONFIGURACIÓN EPISTÉMICA PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA MEDIANTE EL ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO**

Edificio 405 Salón 216

3022 - IVÁN LEONARDO CELY RUEDA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

**CAMINOS DE UNA ARMONIZACIÓN CURRICULAR AL INTERIOR DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN**

Edificio 405 Salón 217

2907 - FELIPE POSADA

**HACIA UNA GENERALIZACIÓN DE EXCELENCIA EN LENGUAJES NO CONTABLES**

Edificio 453 Salón 105

884 - YURI A. POVEDA, TECNOLÓGICA DE PEREIRA

**ON THE EQUIVALENCE BETWEEN MV-ALGEBRAS AND L-GROUPS WITH STRONG UNIT.**

Edificio 453 Salón 107

1996 - FRANCISCO JAVIER REYES BAHAMÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

**SOBRE LA DINÁMICA DE ALGUNOS MODELOS DE PREDADOR-PRESA TIPO LESLIE-GOWER CON RESPUESTA FUNCIONAL NO MONÓTONA Y EFECTO ALLEE DÉBIL EN LAS PRESAS**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

2622 - CAMILO AUGUSTO VILLAMIL CHALARCA, UNIVERSIDAD DEL QUINDIO

**MODELO MATEMÁTICO PARA LA INTERACCIÓN EN EL MERCADO DE LOS CAFÉS ESPECIALES CON EL CAFÉ TRADICIONAL**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

752 - SERGIO TRONCOSO IGUA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

**ALGUNOS RESULTADOS SOBRE LOS ESQUEMAS DE HILBERT Y LOS ESQUEMAS QUOT**

Edificio 404 Salón 203

139 - DR. CAMILO RAMÍREZ MALUENDAS, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ

**MAPAS REGULARES EN EL MONSTRUO DEL LAGO NESS**

Edificio 404 Salón 202

2695 - ARLEY FERNANDO TORRES GALINDO

$Z_K$  **STRATIFOLDS**

Edificio 404 Salón 210

2436 - WILSON JAVIER FORERO BAQUERO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**UNA INTRODUCCIÓN A LAS ESTRUCTURAS SEMITOPOLÓGICAS**  
Edificio 404 Salón 208

277 - MONICA APONTE, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
**INTRODUCCIÓN DEL METODO CONJUNTISTA CANTO-  
RIANO EN COLOMBIA**  
Edificio 405 Salón 214

1726 - JOSÉ L. RAMÍREZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOM-  
BIA  
**UNA GENERALIZACIÓN DE LAS PERMUTACIONES AL-  
TERNADAS**  
Edificio 404 Salón 219

488 - JONNY FERNANDO BARRETO CASTAÑEDA, CINVESTAV  
**PROPIEDADES ARITMÉTICAS DE EXTENSIONES MUL-  
TICÍCLICAS**  
Edificio 404 Salón 214

1754 - JULIÁN AGREDO, ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA  
JULIO GARAVITO  
**SOBRE SEMIGRUPOS DE MARKOV CUÀNTICOS EN TEORÍA  
DE LA INFORMACIÓN**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

2888 - SAULO MOSQUERA LÓPEZ, UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
**LA ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PROGRAMA DE LI-  
CENCIATURA EN MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD  
DE NARIÑO EN EL CONTEXTO DEL DECRETO 2450**  
Edificio 405 Salón 310

15:40 - 16:20 **REFRIGERIO - POSTERS** (Biblioteca Ciencia y Tecnología)

1674 - RICARDO JUNIORS CANO CARO, FUNDACIÓN UNIVERSI-  
TARIA KONRAD LORENZ  
**UNA CONSTRUCCIÓN GEOMÉTRICA DE LA HODÓGRAFA  
BAJO LAS LEYES DE NEWTON Y DE KEPLER**

1888 - ANDRÉS NARANJO, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
**CARACTERIZACIÓN DE LOS IDEALES PRIMOS DE MV-  
ÁLGEBRAS LIBRES COMO FILTROS DE SIMPLEX**

2770 - EDWAR ALEXIS RAMIREZ ARDILA  
**ALGUNAS EXTENSIONES DE LA DUALIDAD DE STONE**

2784 - JUAN DAVID SAMBONÍ CHICANGANA  
**PROPIEDADES DE REGULARIDAD DE LA SOLUCIÓN DE LA ECUACIÓN LINEAL DE SCHRÖDINGER**

2465 - JAIRO JOSE GUZMAN ARIAS, UNIVERSIDAD DE LA COSTA  
**SOBRE LA DINÁMICA DE AUTÓMATAS CELULARES REALES  $C^2$ - CONVEXOS EN EL PLANO**

2649 - HALIAPHNE ACOSTA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**CREACIÓN ARTÍSTICA A PARTIR DE LA COMPRENSIÓN Y LA INTERACCIÓN CON LA TEORÍA FRACTAL**

2063 - DIANA MARCELA CONTENTO SARMIENTO, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS SOBRE DESIGUALDADES GEOMÉTRICAS EN GRADO NOVENO**

2063 - OSVALDO JESÚS ROJAS VELÁZQUEZ, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
**EL APRENDIZAJE DE LAS FUNCIONES BÁSICAS Y SUS PROPIEDADES A TRAVÉS DEL EL KINECT**

2449 - NESTOR ESCUDERO, CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS IPN  
**ANÁLISIS ESPECTRAL DE OLAS MARINAS**

2136 - SARAI QUINTERO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, MEDELLÍN  
**A MATHEMATICAL MODEL OF CORAL REEF RESPONSE TO DESTRUCTIVE FISHING PRACTICES WITH PREDATOR-PREY INTERACTIONS**

2467 - ANDERSON QUINTERO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
**TESELADO REGULAR EN EL PLANO EUCLIDIANO**

2505 - BRIAN ANDRES ZAMBRANO LUNA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-SEDE BOGOTÁ  
**ECUACIÓN DEL CALOR P-ÁDICA**

16:30-17:20 **SEMIPLENARIAS**

365 - JUAN CARLOS MUÑOZ GRAJALES, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
**WELL-POSEDNESS AND APPROXIMATION OF SOLUTIONS  
OF A BOUSSINESQ-TYPE MODEL IN A FINITE INTERVAL**  
Edificio 404 Salón 200

320 - DEBORA MARIA TEJADA JIMENEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA  
**PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA Y APROPIACIÓN  
DE LAS MATEMÁTICAS EN ANTIOQUIA**  
Edificio 453 Auditorio C

3052 - JULIETTE KENNEDY, UNIVERSIDAD DE HELSINKI  
**GOEDEL S RECEPTION OF TURING S MODEL OF COM-  
PUTABILITY: THE –SHIFT OF PERCEPTION– IN 1934**

3031 - ALEXEI MAILYBAEV  
**SPONTANEOUS PROBABILISTIC BEHAVIOR IN DETER-  
MINISTIC CONSERVATION LAWS**  
Edificio 453 Auditorio B

17:30-18:00 **CHARLAS CORTAS**

1863 - HECTOR PINEDO TAPIA  
**ANILLOS EPSILON FUERTEMENTE GRADUADOS**  
Edificio 404 Salón 204

231 - ARMANDO REYES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOM-  
BIA  
**PBW BASES FOR SOME 3-DIMENSIONAL SKEW POLY-  
NOMIAL ALGEBRAS**  
Edificio 404 Salón 201

2666 - LILIANA ESQUIVEL  
**PROBLEMA DE VALORES INICIALES Y DE FRONTERA  
PARA LA ECUACIÓN DE SCHRODINGER EN 2D**  
Edificio 405 Salón 313

2530 - PEDRO LUIS HERNANDEZ LLANOS, UNIVERSIDAD DE CON-  
CEPCION  
**SOBRE EXTENSIONES DE LOS POLINOMIOS TIPO APOS-  
TOL GENERALIZADOS**

Edificio 405 Salón 311

2636 - STIVEN LEONARDO SILVA CASTILLO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**PROPAGACIÓN DE REGULARIDAD Y DECAÍDA EN LA VARIABLE X PARA LAS SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN ZAKHAROV-KUZNETSOV**

Edificio 405 Salón 312

1565 - ANDRÉS AMADOR, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA-CALI

**AVOIDING DISCONTINUITIES IN PIECEWISE LINEAR MODELS FOR MEMRISTOR OSCILLATORS**

Edificio 404 Salón 200B

17 - YOVANI ADOLFO VILLANUEVA HERRERA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIAS

**FORMAS NORMAIS DE SISTEMAS FORÇADOS**

Edificio 404 Salón 212

1680 - LUZ JADY CASTAÑEDA RODRÍGUEZ, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

**APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL AL CONCEPTO DE DERIVADA**

Edificio 405 Salón 203

2937 - MARTHA CECILIA CLAVIJO RIVEROS, SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

**INCORPORANDO EN LAS CLASES DE MATEMÁTICAS EL USO DE REDES SOCIALES. REFLEXIONES DESDE UNA PERSPECTIVA POLÍTICA DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA**

Edificio 405 Salón 217

2618 - GERSSON ALEJANDRO LOPERA JARAMILLO, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

**SOBRE LA ENSEÑANZA DEL ESPACIOTIEMPO DESDE EL ENFOQUE GEOMÉTRICO DE MINKOWSKI**

Edificio 405 Salón 216

2063 - LUIS FERNANDO PÉREZ DUARTE, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

**SIGNIFICADOS DE CONCEPTOS PROBABILÍSTICOS EN LIBROS DE TEXTO DEL CURRÍCULO COLOMBIANO**

Edificio 405 Salón 215

268 - CARLOS ERNESTO RAMÍREZ, PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
JAVERIANA CALI  
**UN ACERCAMIENTO A LA LÓGICA LINEAL DESDE LA  
TEORÍA DE INSTITUCIONES**  
Edificio 453 Salón 107

301 - PEDRO ZAMBRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOM-  
BIA  
**SOBRE CATEGORÍAS ACCESIBLES Y DOCILIDAD**  
Edificio 453 Salón 105

2640 - JUAN ANDRES MONTOYA  
**LA CONJETURA DE CERNY, SINCRONIZACIÓN DE SUB-  
CONJUNTOS Y LOS AUTOMATAS EULERIANOS**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

659 - DIEGO F. ARANDA L., UNAD / UNIVERSIDAD DE EL BOSQUE  
**A MATHEMATICAL MODEL OF ZIKA**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSI-  
TARIA KONRAD LORENZ  
**ON THE INFINITE LOCH NESS MONSTER**  
Edificio 404 Salón 203

1544 - CAMILO RENGIFO GUTIÉRREZ, UNIVERSIDAD DE LA SA-  
BANA  
**COHOMOLOGÍA DE DE RHAM Y ALGEBROIDES DE COURANT**  
Edificio 404 Salón 202

292 - MARTHA MANCERA CAMACHO, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA  
**DUALIDAD DE URQUHART**  
Edificio 404 Salón 208

1939 - JUANITA DUQUE ROSERO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**L TEOREMA DE LOS 15**  
Edificio 404 Salón 214

2708 - MICHAEL HOEGELE, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**FIRST EXIT TIMES OF STOCHASTIC REACTION-DIFFUSION  
EQUATIONS WITH MULTIPLICATIVE HEAVY-TAILED LÉVY  
NOISE**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

18:00-20:00 **COCTEL INAUGURAL**

## **3.2 MARTES**

7:30-8:50 **CURSILLOS**

1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
**INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PROBLEMAS ABIERTOS**  
Edificio 404 Salón 202

516 - AIDA PATRICIA GONZALEZ NIEVA, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN INFINITA: SISTEMA DIFUSIVO PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE ADITIVO**  
Edificio 404 Salón 203

292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS**  
Edificio 404 Salón 200B

262 - BERNARDO RECAMÁN SANTOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA; LICEO JUAN RAMÓN JIMÉNEZ  
**LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!**  
Edificio 404 Salón 200A

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ESPEJO**  
Edificio 404 Salón 204

557 - JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ PUENTES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA**  
Edificio 404 Salón 210

2517 - JUAN CARLOS RIVEROS MEDINA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO CONCEPTO,  
DISEÑO Y DESARROLLO DE BIOBRICKS EN BIOLOGIA  
SINTETICA**

Edificio 404 Salón 212

2082 - MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA  
GRANADA

**OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE**

Edificio 404 Salón 200

2894 - DANIEL MAYA DUQUE

**INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES DIFERENCIABLES  
Y COMPLEJAS**

Edificio 404 Salón 208

2642 - JORGE PLAZAS Y NICOLÁS MARTÍNEZ

**GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE LIE**

Edificio 404 Salón 206

9:00-10:00 **UNA INTRODUCCIÓN A LA OPTIMIZACIÓN COPOSITIVA**

(Auditorio Ciencia y Tecnología)

JUAN CARLOS VERA, TILBURG UNIVERSITY

10:10-10:50 **REFRIGERIO - POSTERS**

2806 - EMMA ALEJANDRA CUPITRA VERGARA, UNIVERSIDAD  
DEL TOLIMA

**DE LOS COMPLEJOS A  $ZPXZP$ , P PRIMO**

859 - ANGIE ROCIO MELO CASAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA

**MEJORAMIENTO DE COTAS PARA VALORES PROPIOS Y  
SINGULARES**

2457 - ABELARDO DUARTE RODRIGUEZ, UNIVERSIDAD INDUS-  
TRIAL DE SANTANDER

**EXISTENCIA GLOBAL DE SOLUCIONES EN ESPACIOS BESOV  
MORREY PARA UN MODELO DE QUIMIOTASIS ATRACTIVO-  
REPULSIVA, EN FLUIDOS, CON CRECIMIENTO LOGIS-  
TICO**

2707 - DIEGO ALEXANDER CASTRO GUEVARA, UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE PEREIRA

**UNA NOTA SOBRE EL PHI PÉNDULO**

2063 - KELLY KARINA RODRÍGUEZ GARCÍA, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

**LAS DEMOSTRACIONES SIN PALABRAS SOBRE DESIGUALDADES E IDENTIDADES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN BÁSICA**

2063 - OSCAR LUGO, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS NO RUTINARIOS SOBRE CRITERIOS DE DIVISIBILIDAD, MCM Y MCD PARA MEJORAR SU APRENDIZAJE EN MATEMÁTICAS EN ESTUDIANTES DE GRADO SÉPTIMO**

1857 - ANGELO ALEJANDRO LAFAURIE PÉREZ, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

**JUEGOS LOGICOS EN EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO**

1736 - LAURA VICTORIA FORERO VEGA, UNIVERSIDAD DE SAO PAULO

**MATEMÁTICAS EN LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS**

2679 - PABLO ASDRÚBAL DÍAZ SEPÚLVEDA, IME-UNIVERSIDAD DE SÃO PAULO

**GEODÉSICAS CERRADAS EN ORBIFOLDS RIEMANNIANOS**

2504 - DAVID FELIPE LIEVANO RECAMAN

**TEOREMA DE HASSE-MINKOWSKI**

11:00-12:00 **MÉTODOS ALGEBRAICOS EN OPTIMIZACIÓN GLOBAL**

(Auditorio Ciencia y Tecnología)

MAURICIO VELASCO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

12:00-14:00 **ALMUERZO**

14:00-14:50 **SEMIPLANARIAS**

2682 - C. A. MORALES

**TOPOLOGICALLY STABLE POINTS**

Edificio 453 Auditorio A

2805 - LEONARDO CANO

**POSIBLES INTERACCIONES DE LA GEOMETRÍA Y LA LÓGICA**

Edificio 453 Auditorio B

2778 - FELIPE ZALDÍVAR, DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS,  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-I

**CÓDIGOS LINEALES EN VARIETADES PROYECTIVAS SO-  
BRE CAMPOS FINITOS**

Edificio 453 Auditorio C

- 14:00-14:50]  
ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIRECTORES DE  
LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEMBROS DE LA COMISIÓN  
DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMÁS ASISTENTES INTERE-  
SADOS.

Edificio 453 Salón 103

15:00-15:30 **CHARLAS CORTAS**

809 - HÉCTOR JULIO SUÁREZ SUÁREZ, UPTC - UNIVERSIDAD  
NACIONAL

**CALABI-YAU PROPERTY FOR GRADED SKEW PBW EX-  
TENSIONS**

Edificio 404 Salón 204

74 - JAVIER GUTIÉRREZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
**Quantum subgroups of simple twisted quantum groups at roots  
of one**

Edificio 404 Salón 201

1593 - JOEL ESTEBAN RESTREPO TANGARIFE, UNIVERSIDAD DE  
ANTIOQUIA

**WEIGHTED HYPERGEOMETRIC FUNCTIONS AND THE  
FRACTIONAL DERIVATIVE**

Edificio 405 Salón 312

2720 - NATALIA PINZÓN CORTÉS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA

**SOBOLEV ORTHOGONAL POLYNOMIALS ON PRODUCT  
DOMAINS IN SEVERAL VARIABLES**

Edificio 405 Salón 313

2647 - DIONICIO PASTOR DALLOS SANTOS, UNIVERSIDAD DE  
SÃO PAULO

**EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR NONLINEAR PROBLEMS  
WITH DIRICHLET BOUNDARY VALUE CONDITIONS**

Edificio 404 Salón 212

238 - ALEXANDER GUTIERREZ G, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
**ECUACIÓN DE LAZAR-SOLIMINI CON RETRASO DEPENDIENTE DEL ESTADO: UNA DEMOSTRACIÓN ALTERNATIVA**

Edificio 404 Salón 200B

2389 - ARTURO SANJUAN, UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
**BIFURCACIÓN DESDE INFINITO DE UNA ECUACIÓN DE ONDA SEMILINEAL**

Edificio 404 Salón 200A

2661 - MAOLY SANDRIT BLANCO CONTRERAS, UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
**ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA EN EL GRADO DECIMO JM IE LA ESPERANZA USANDO COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE FACEBOOK, WHATSAPP Y BLOGGER**

Edificio 405 Salón 215

460 - MAURO MISAEL GARCÍA PUPO, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
**PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS PARA COMPETICIONES MATEMÁTICAS. LAS DOS CARAS DE UNA MISMA MONEDA**

Edificio 405 Salón 216

2832 - OSCAR FELIPE BERNAL PEDRAZA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**PROBLEMAS CON MÚLTIPLES SOLUCIONES Y EL CONTROL EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Edificio 405 Salón 203

353 - CARLOS ENRIQUE MEJÍA SALAZAR, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**PROBLEMAS DE ADVECCIÓN-DISPERSIÓN CON DERIVADAS FRACCIONARIAS**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

2689 - ALEJANDRA SANCHEZ VÁSQUEZ - OSCAR JAVIER LOPEZ ALFONSO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BO-

GOTÁ

**VALORACIÓN DE DERIVADOS DEL TIPO CORTO CON  
DINÁMICA DIRIGIDA POR UN PROCESO DE COX MARKOV-  
MODULADO**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

1730 - JOSÉ RUBÉN NIÑO QUEVEDO, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA - SEDE BOGOTÁ

**NÚMEROS DIFUSOS: UNA FORMA DE REPRESENTAR LA  
IMPRECISIÓN Y LA AMBIGÜEDAD**

Edificio 453 Salón 103

139 - DR. CAMILO RAMÍREZ MALUENDAS, FUNDACIÓN UNIVER-  
SITARIA KONRAD LORENZ

**GRUPOS DE VEECH EN SUPERFICIES DE GÉNERO IN-  
FINITO**

Edificio 404 Salón 202

2719 - LUIS ANTONIO PAREDES RIVAS, UNAM

**$R^3$ -CONTINUOS EN HIPERESPACIOS**

Edificio 404 Salón 208

2935 - OSCAR JAVIER PÉREZ LORA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA

**LA ESTRUCTURA: NUEVAS CONEXIONES ENTRE LA MATEMÁTICA  
CONTEMPORÁNEA Y LA FILOSOFÍA**

Edificio 405 Salón 214

649 - JUAN GABRIEL TRIANA LAVERDE, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA

**ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS NÚMEROS FACTORIAL  
Y DOBLE FACTORIAL MEDIANTE GRAMÁTICAS INDE-  
PENDIENTES DEL CONTEXTO**

Edificio 404 Salón 214

2157 - JHON JAIRO BRAVO, UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**NÚMEROS DE FERMAT EN LA SUCESIÓN  $K$ -FIBONACCI**

Edificio 404 Salón 219

462 - YESID ESTEBAN CLAVIJO, UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE  
BOGOTÁ

**PROBLEMAS DE VALORACIÓN EN PROYECTOS DE EX-  
PLOTACIÓN DE MINAS BAJO INCERTIDUMBRE**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

830 - WILLIAM FAJARDO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA BOGOTÁ

**COMPUTATIONAL PROOF OF QUILLEN-SUSLIN THEOREM FOR ORE EXTENSIONS**

Edificio 404 Salón 204

15:40 - 16:20 **REFRIGERIO - POSTERS**

2865 - RAFAEL GAITAN OSPINA, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
**ESQUELETO HOMOTO-HOMOLÓGICO EN LA CATEGORÍA DE LOS GRUPOS ABELIANOS**

341 - CRISTIAN ARTURO CHAPARRO ACOSTA, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
**RECUBRIMIENTOS DE GALOIS Y (CO)HOMOLOGÍA DE HOCHSCHILD**

2933 - CARLOS JHOVANY PEDRAZA PRIETO  
**ESTUDIO DEL NÚCLEO DE RIESZ ASOCIADO AL SÍMBOLO**

1950 - LEONARDO DUVAN RESTREPO ALAPE, UNIVERSIDAD DEL TOLIMA  
**MÚLTIPLES CICLOS LÍMITES EN UN MODELO DE PREDADOR-PRESA DEL TIPO LESLIE GOWER**

2874 - HARRINSON ANDRES ARRUBLA RAMIREZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MANIZALES  
**UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LOS SOLITONS**

1857 - BREICEN ANDREA ACEVEDO VARGAS, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
**OPERACIONES ENTRE FRACCIONES**

2063 - DIANA CAROLINA PÉREZ DUARTE, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

**CONSTRUCCIÓN DE SIGNIFICADO ROBUSTO PARA EL CONCEPTO DE ÁREA Y CARACTERIZACIÓN DEL PENSAMIENTO GEOMÉTRICO INVOLUCRADO EN LOS ESTUDIANTES DE SEXTO GRADO (NIÑOS ENTRE 10 Y 13**

AÑOS)

2063 - CARLOS ALBERTO BERRÍO PÉREZ, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
**LA CONSERVACIÓN DEL ÁREA EN LAS FIGURAS GEOMÉTRICAS A TRAVÉS DEL USO DE PARADOJAS EN EL SÉPTIMO GRADO**

2683 - O. ANDRÉS CUERVO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**SOLUCIÓN NUMÉRICA DE LA ECUACIÓN DE ONDA EN MEDIOS ALEATORIOS Y HETEROGÉNEOS**

2721 - DIANA M. DEVIA N  
**CONVERGENCIA DE ALGORITMOS GENÉTICOS POR MEDIO DE CADENAS DE MARKOV**

1825 - JUAN CAMILO ACOSTA ARANGO, FUNDACION UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
**APROXIMACION NUMÉRICA AL PROBLEMA DEL FLUJO EN LA CAVIDAD**

250 - DANIELA MARTÍNEZ MADRID, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
**HACIA LA CONJETURA DE CHERN**

649 - JUAN GABRIEL TRIANA LAVERDE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**UNA FÓRMULA RECURRENTE PARA LOS POLINOMIOS DE BESSEL**

16:30-17-20 **SEMIPLANARIAS**

3039 - PABLO AMSTER, Universidad de Buenos Aires, Argentina  
**SOLUCIONES MÚLTIPLES PARA UN SISTEMA ELÍPTICO**  
Edificio 453 Auditorio A

1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
**GRUPOS FUCHSIANOS INFINITAMENTE GENERADOS EN SUPERFICIES NO COMPACTAS**  
Edificio 404 Salón 200

3050 - DANIEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ  
**REPRESENTACIÓN ESTOCÁSTICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES NO-LINEALES**  
 Edificio 453 Auditorio B

16:30-17:20 CONVERSATORIO CON EXPERTOS SOBRE EL FUTURO DE LAS LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS EN EL PAÍS  
 Edificio 453 Salón 103

17:30-18:00 **CHARLAS CORTAS**

2678 - FABIO CALDERÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ  
**PANOV'S THEOREM ON ITERATED HOPF ORE EXTENSIONS**  
 Edificio 404 Salón 201

2664 - OSCAR EDUARDO ESCOBAR LASSO, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
**BUENA COLOCACIÓN PARA UN PROBLEMA DE VALOR INICIAL CON CONDICIONES DE FRONTERA PARA LA ECUACIÓN DE BENNEY LUKE**  
 Edificio 405 Salón 311

2680 - CAROLINA NEIRA JIMENEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**TRACES ON OPERATORS IN THE BOUTET DE MONVEL CALCULUS**  
 Edificio 405 Salón 312

2525 - LUIS ALEJANDRO MOLANO MOLANO  
**ON SOBOLEV ORTHOGONAL POLYNOMIALS (1,1)-COHERENT PAIRS AND ASYMPTOTICS**  
 Edificio 405 Salón 313

556 - WILMER LIBARDO MOLINA YEPEZ, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**DIRECCION DE LA BIFURCACION DE HOPF EN UN MODELO PRESA PREDADOR CON EFECTO ALLEE**  
 Edificio 404 Salón 200A

154 - SERGIO ALEJANDRO CARRILLO TORRES, UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA  
**RESULTADOS DE SUMABILIDAD DE BOREL PARA EDPS**

Edificio 404 Salón 212

2063 - WILSON BELLO PIZA, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
**PROBLEMAS NO RUTINARIOS QUE GENERAN MOTIVACIÓN  
HACIA EL ESTUDIO DE LAS MATEMÁTICAS**

Edificio 405 Salón 203

2939 - FRANCY PAOLA GONZALEZ, ALIANZA EDUCATIVA  
**ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DOCENTE EN MATEMÁTICAS  
PARA PRIMARIA: LA EXPERIENCIA DE LA ASOCIACIÓN  
ALIANZA EDUCATIVA CON LOS COLEGIOS PIONEROS  
TODOS A APRENDER**

Edificio 405 Salón 215

1857 - BREICEN ANDREA ACEVEDO VARGAS, UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

**OPERACIONES EN FRACCIONARIOS Y DECIMALES**

Edificio 405 Salón 216

2871 - CARLOS EDUARDO LEON SALINAS, UNIVERSIDAD LA GRAN  
COLOMBIA

**¿SOMOS POTENCIALMENTE PROFESORES DE MATEMÁTICAS?  
PROCESO DE RESIGNIFICACIÓN CURRICULAR DE LA  
LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSI-  
DAD LA GRAN COLOMBIA**

Edificio 405 Salón 310

2683 - O. ANDRÉS CUERVO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOM-  
BIA

**A MONTE CARLO APPROACH TO COMPUTING STIFF-  
NESS MATRICES ARISING IN POLYNOMIAL CHAOS AP-  
PROXIMATIONS**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

1782 - DORIS HINESTROZA G, UNIVERSIDAD DEL VALLE

**AN APPROACH OF THE DISTANCE GEOMETRY PRO-  
BLEM AS AN INVERSE PROBLEM USING REGULARIZA-  
TION TECHNIQUES**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

1573 - ELKIN CÁRDENAS DÍAZ, UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**RESULTADOS DE BIFURCACIÓN PARA EL PROBLEMA  
DE YAMABE SOBRE VARIEDADES RIEMANNIANAS CON  
FRONTERA**

Edificio 404 Salón 202

1727 - DIEGO DUARTE VOGEL, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**ESTRUCTURAS DE BV-ÁLGEBRA EN LA (CO)HOMOLOGÍA  
 DE LBG**

Edificio 404 Salón 208

2252 - SANTIAGO CORTÉS GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**UNA GENERALIZACIÓN AL DISCRIMINANTE PARA CLASI-  
 FICAR EXTENSIONES CÚBICAS**

Edificio 404 Salón 214

555 - MAURICIO JUNCA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**PROBLEMA DE PAGO ÓPTIMO DE DIVIDENDOS CON  
 RESTRICCIÓN EN EL TIEMPO DE RUINA**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

18:00-20:00 **ASAMBLEA ORDINARIA SCM**

Edificio 404 Salón 200

### 3.3 MIÉRCOLES

7:30-8:50 **CURSILLOS**

1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSI-  
 TARIA KONRAD LORENZ

**INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PRO-  
 BLEMAS ABIERTOS**

Edificio 404 Salón 202

516 - AIDA PATRICIA GONZALEZ NIEVA, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN INFINITA: SIS-  
 TEMA DIFUSIVO PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE  
 ADITIVO**

Edificio 404 Salón 203

292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL  
 DE COLOMBIA

**ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS**

Edificio 404 Salón 200B

262 - BERNARDO RECAMÁN SANTOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA; LICEO JUAN RAMÓN JIMÉNEZ

**LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!**

Edificio 404 Salón 200A

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ESPEJO**

Edificio 404 Salón 204

557 - JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ PUENTES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA**

Edificio 404 Salón 210

2517 - JUAN CARLOS RIVEROS MEDINA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO CONCEPTO, DISEÑO Y DESARROLLO DE BIOBRICKS EN BIOLOGIA SINTETICA**

Edificio 404 Salón 212

2082 - MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

**OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE**

Edificio 404 Salón 200

2894 - DANIEL MAYA DUQUE

**INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES DIFERENCIABLES Y COMPLEJAS**

Edificio 404 Salón 208

2642 - JORGE PLAZAS Y NICOLÁS MARTÍNEZ

**GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE LIE**

Edificio 404 Salón 206

09:00-10:00 **FINITE ELEMENT METHODS AND DOMAIN DECOMPOSITION ALGORITHMS** (Auditorio Ciencia y Tecnología)  
JUAN CARLOS GALVIS, UNIVERSIDAD NACIONAL BOGOTÁ

10:10-10:50 **REFRIGERIO - POSTERS**

2340 - ALEJANDRO ESTRADA SERNA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
**MVW-RIGS**

2892 - ÁNGELA MARCELA NIÑO MARTÍNEZ, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
**LA VISUALIZACIÓN MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS TIC EN LA FORMACIÓN DE FUTUROS DOCENTES**

2063 - BEATRIZ AVELINA VILLARRAGA BAQUERO, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
**MODELO DIDÁCTICO PARA LA FORMACIÓN DEL CONCEPTO DE FUNCIÓN DE VARIABLE COMPLEJA MEDIANTE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

2931 - RAFAEL ANGARITA CERVANTES, I.E.D. VILLAS DEL PROGRESO  
**LA PROPORCIÓN ÁUREA: UNA ACTIVIDAD PARA EL ÁULA DE CLASES**

2899 - DIANA MILENA REYES ACOSTA, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
**VISUALIZACIÓN Y EXPLORACIÓN, ACCIONES ENCAMINADAS A LA JUSTIFICACIÓN, EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS**

2924 - ERIKA VARGAS SALDARRIAGA, UNIVERSIDAD DEL QUINDIO

2779 - JUAN DIEGO ROJAS ZAMBRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**APROXIMACIÓN DE SEGUNDO ORDEN PARA EL MÉTODO REDUCCIÓN DE TIPO POR CENTROIDE + DEFUSIFICACIÓN**

2900 - CARLOS ANDRÉS TRUJILLO SALAZAR, UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO - UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE MANIZALES  
**MODELADO MATEMÁTICO DEL CICLO BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ**

2689 - EDGAR AUGUSTO TRILLERAS MOTTA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ

**APROXIMACIÓN A LA VALORACIÓN DE UN DERIVADO FINANCIERO DE LA TASA SWAP EN UN MODELO DE DOS FACTORES, EL  $G_{2++}$**

2902 - ALBERTO CASTELLANOS-BETANCUR, UNIVERSIDAD DEL QUINDIO

**UTILIZACIÓN DE UNA RED COMPLEJA PARA EL ANÁLISIS DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE LA BROCA DEL CAFÉ**

2654 - ALEXANDER GARZÓN MAYORGA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**FENOMENOLOGÍA DE LOS TOPOS ÉTALES**

11:00-11:50 **SEMIPLEANARIAS**

3054 - JAMES JIM ZHANG, Universidad de Washington

**ADE DYNKIN DIAGRAMS IN ALGEBRA, GEOMETRY AND BEYOND**

Edificio 404 Salón 200

3062 - PEDRO GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**FORMACIÓN DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA Y MEDIA: LA PREOCUPACIÓN POR LA PRÁCTICA DOCENTE**

Edificio 453 Auditorio C

653 - ALBERTO MEDINA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

**A NEW CHARACTERIZATION OF FLAT AFFINE MANIFOLDS**

Edificio 453 Auditorio B

3046 - VICTOR RIVERO, Centro de Investigación en Matemáticas CIMAT - México

**MARKOV ADDITIVE PROCESSES**

Edificio 453 Auditorio A

12:00-12:30 **CHARLAS CORTAS**

2727 - DIEGO ARTURO NIÑO TORRES

**BAER AND ARMENDARIZ PROPERTIES OVER SKEW POINCARÉ-BIRKHOFF-WITT EXTENSIONS**

Edificio 404 Salón 204

1972 - JUAN CAMILO ARIAS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**SOME DERIVED CATEGORIES RELATED WITH QUANTUM GROUPS**

Edificio 404 Salón 201

2747 - JUAN CARLOS LÓPEZ

**OTRA MIRADA A LAS SERIES PARA  $FRAC1PI$  Y  $FRAC1PI^2$**

Edificio 405 Salón 311

1790 - IVONNE RIVAS TRIVIÑO, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
**PROBLEMAS DE ESTABILIZACIÓN POR MEDIO DE LEYES DE RETROALIMENTACIÓN A TRAVÉS DEL TIEMPO**

Edificio 405 Salón 312

1694 - EDIXON M. ROJAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ

**PROBLEMAS DE FRONTERA Y ECUACIONES SINGULARES INTEGRALES EN ESPACIOS DE BANACH DE FUNCIONES MEDIBLE**

Edificio 405 Salón 313

2717 - H. M. SÁNCHEZ, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**ON THE INTERSECTION OF HOMOCLINIC CLASSES IN INTRANSITIVE SECTIONAL-ANOSOV FLOWS**

Edificio 404 Salón 212

613 - ÉLDER JESÚS VILLAMIZAR ROA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ON THE ATTRACTION-REPULSION CHEMOTAXIS-FLUID WITH LOGISTIC SOURCE**

Edificio 404 Salón 200B

345 - EDDYE BUSTAMANTE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**LA ECUACIÓN DE OSTROVSKY EN ESPACIOS DE SOBOLEV CON PESO**

Edificio 404 Salón 200A

595 - YIRA MARBALIS ORTIZ MEDINA, SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA - TECNOACADEMIA

**ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS  
EN ENTORNOS TECNOLÓGICOS**

Edificio 405 Salón 216

2714 - ZULEIMA CARDONA MARTÍNEZ  
**IDENTIFICACIÓN Y DISMINUCIÓN DE LAS DIFICULTADES  
DE LOS ESTUDIANTES EN LA TRANSICIÓN COLEGIO  
UNIVERSIDAD DESDE EL ANÁLISIS DE LAS COMPETEN-  
CIAS EXIGIDAS**

Edificio 405 Salón 215

554 - CARLOS RAMIREZ, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
**IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS ACADÉMICAS QUE  
PERMITEN DISMINUIR EL PORCENTAJE DE PÉRDIDA  
DE LAS MATEMÁTICAS**

Edificio 405 Salón 203

2617 - EDWIN SMITH RIVERA FERNADEZ, UNIVERSIDAD POPU-  
LAR DEL CESAR

**ECUACIONES DE PRIMER GRADO EN EL MARCO DE LA  
ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 109

2731 - ERWIN SUAZO

**BLOW-UP RESULTS AND SOLITON SOLUTIONS FOR A  
GENERALIZED VARIABLE COEFFICIENT NONLINEAR SCHR**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

2849 - CAROLINA MEJÍA MORENO, UNIVERSIDAD DISTRITAL  
**REPARTICIÓN DE SECRETOS LINEAL Y EL MÉTODO DE  
LA INFORMACIÓN COMÚN**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

1661 - YOE ALEXANDER HERRERA JARAMILLO, UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

**NÚMEROS DE INTERSECCIONES DE ARCOS GEODÉSICOS**

Edificio 404 Salón 202

1715 - IBETH MARCELA RUBIO PERILLA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA

**ESPACIOS CERCANAMENTE ESPECTRALES**

Edificio 404 Salón 208

2619 - HELBERT E. VELILLA JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
**FORMAS DE MATEMATIZACIÓN DE LA FILOSOFÍA NATURAL: PRÁCTICAS Y OBJETOS EN EL CONTEXTO GALILEANO**  
 Edificio 405 Salón 214

649 - JUAN GABRIEL TRIANA LAVERDE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**UNA GENERALIZACIÓN DE LOS NÚMEROS DE EULER MEDIANTE GRAMÁTICAS INDEPENDIENTES DEL CONTEXTO**  
 Edificio 404 Salón 214

1949 - LILIANA BLANCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**STRUCTURED STOCHASTIC MODELING OF EPIDEMICS**  
 Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

### 3.4 JUEVES

#### 7:30-8:50 CURSILLOS

1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
**INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PROBLEMAS ABIERTOS**  
 Edificio 404 Salón 202

516 - AIDA PATRICIA GONZALEZ NIEVA, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN INFINITA: SISTEMA DIFUSIVO PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE ADITIVO**  
 Edificio 404 Salón 203

292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS**  
 Edificio 404 Salón 200B

262 - BERNARDO RECAMÁN SANTOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA; LICEO JUAN RAMÓN

JIMÉNEZ  
**LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN  
 BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!**

Edificio 404 Salón 200A

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD  
 NACIONAL DE COLOMBIA  
**UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ES-  
 PEJO**

Edificio 404 Salón 204

557 - JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ PUENTES, UNIVERSIDAD  
 NACIONAL DE COLOMBIA  
**PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA**

Edificio 404 Salón 210

2517 - JUAN CARLOS RIVEROS MEDINA, UNIVERSIDAD NA-  
 CIONAL DE COLOMBIA  
**MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO CONCEPTO,  
 DISEÑO Y DESARROLLO DE BIOBRICKS EN BIOLO-  
 GÍA SINTÉTICA**

Edificio 404 Salón 212

2082 - MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA  
 GRANADA  
**OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SO-  
 PORTE**

Edificio 404 Salón 200

2894 - DANIEL MAYA DUQUE  
**INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES DIFERENCIA-  
 BLES Y COMPLEJAS**

Edificio 404 Salón 208

2642 - JORGE PLAZAS Y NICOLÁS MARTÍNEZ  
**GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE  
 LIE**

Edificio 404 Salón 206

09:00-10:00 **Localidad y renormalización; el caso de la funciones zeta  
 cónicas y arboríferas** (Auditorio León de Greiff)  
 Sylvie Paycha, Universidad de Potsdam, Alemania

10:10-10:50 **REFRIGERIO**

11:00-12:00 **Dos visiones de las Matemáticas contemporáneas: las Matemáticas  
 Formales y las Matemáticas Modelo-Teóricas** (Auditorio León)

de Greiff)

Carlos Eduardo Vasco, Profesor Emérito y Doctor Honoris Causa de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá

12:00-14:00 **ALMUERZO**

14:00-14:50 **SEMIPLENARIAS**

2758 - MIGUEL A. ALEJO

**NONLINEAR STABILITY OF GARDNER BREATHERS**

Edificio 453 Auditorio A

276 - MARGARITA MARÍA TORO VILLEGAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-SEDE MEDELLÍN

**FORMAS DE SCHUBERT Y CONWAY PARA DIAGRAMAS DE ENLACES DE TRES PUENTES**

Edificio 453 Auditorio B

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**ACERCA DE LA NOCIÓN DEL CONTINUO EN GROTHENDIECK: EL SUEÑO DE UNA TOPOLOGÍA DE LA FORMAS**

Edificio 453 Auditorio C

15:00-15:30 **CHARLAS CORTAS**

1787 - ALEXANDER HOLGUÍN-VILLA, UIS - UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

**ÁLGEBRAS DE GRUPO SEMIPRIMAS E INVOLUCIONES ORIENTADAS**

Edificio 404 Salón 201

359 - JOSÉ GREGORIO RODRÍGUEZ NIETO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**ON BAUMSLAG-SOLITAR GROUPS**

Edificio 404 Salón 204

2822 - GERARDO A. CHACÓN

**ESPACIOS DE FOCK CON EXPONENTE VARIABLE**

Edificio 405 Salón 311

672 - JUAN C. CORDERO C., UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA- SEDE MANIZALES

**ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF THE SCHRÖDINGER-DEBYE SYSTEM WITH REFRACTIVE INDEX OF SQUARE WAVE AMPLITUDE**

Edificio 405 Salón 312

1584 - VICTOR VARGAS

**EXISTENCIA DE ESTADOS DE EQUILIBRIO Y LÍMITES EN TEMPERATURA CERO EN SUBSHIFTS DE MARKOV TOPOLOGICAMENTE TRANSITIVOS**

Edificio 404 Salón 212

381 - CARLOS BANQUET, UNIVERSIDAD DE CORDOBA, MONTERIA, COLOMBIA

**SOLUTIONS IN BESSEL-POTENTIAL SPACES FOR WAVE EQUATIONS WITH NONLINEAR DAMPING**

Edificio 404 Salón 200A

732 - GERMAN FABIAN ESCOBAR FIESCO, UNIVERSIDAD SUR-COLOMBIANA

**ON THE DYNAMICS OF PERIODIC ORBITS OF FINITE ORDER FOR A PARTICULAR HOMEOMORPHISM OF THE TORUS**

Edificio 404 Salón 200B

420 - ERICA ALEXANDRA CORREA PÉREZ, INSTITUCION UNIVERSITARIA DE ENVIGADO

**FACTORES ACADÉMICOS QUE INFLUYEN EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS ESTUDIANTES EN LA PRUEBA SABER PRO EN EL MÓDULO RAZONAMIENTO CUANTITATIVO**

Edificio 405 Salón 216

2702 - MEIRA LUZ ARIAS TARCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS USANDO ELEMENTOS Y PROPIEDADES DE LOS CUADRILÁTEROS**

Edificio 405 Salón 215

1017 - JAIME ANDRÉS ROBAYO MESA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**ACERCAMIENTO A LA NOCIÓN DE HAZ EN TEORÍA HOMOTÓPICA DE TIPOS**

Edificio 405 Salón 203

1802 - LINDA POLETH MONTIEL BURITICA, UNIVERSIDAD

DEL QUINDÍO  
**ANÁLISIS DE UN MODELO PARA LA TRANSMISIÓN  
 VERTICAL DEL AEADES AEGYPTI DE UN SEROTIPO  
 DEL VIRUS DEL DENGUE**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

2639 - RICARDO CANO MACIAS, UNIVERSIDAD DE LA SA-  
 BANA

**UN MÉTODO ITERATIVO PARA LA EXISTENCIA Y  
 UNICIDAD DE LA SOLUCIÓN DÉBIL DE UN MODELO  
 NO LINEAL DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

2726 - JASON HERNÁNDEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOM-  
 BIA

**FUNDAMENTAL THEOREM OF TROPICAL GEOME-  
 TRY**

Edificio 404 Salón 202

2813 - MILLER MAURICIO CALEÑO CALEÑO, UNIVERSIDAD  
 MINUTO DE DIOS

**ESTUDIO DE ALGUNAS NOCIONES TOPOLOGICAS  
 EN M-ESPACIOS**

Edificio 404 Salón 208

201 - CARLOS ALBERTO TRUJILLO SOLARTE, UNIVERSIDAD  
 DEL CAUCA

**CONSTRUCCIÓN DE CONJUNTOS  $BH[G]$  EN GRUPOS  
 PRODUCTO**

Edificio 404 Salón 214

2044 - RAFAEL MELENDEZ SURMAY

**ANÁLISIS DE DATOS FUNCIONALES: ESTIMACIÓN  
 DE MEDIDAS DE LOCALIZACIÓN, VARIABILIDAD Y  
 PRUEBAS DE HIPÓTESIS EN DATOS DE PRECIPITACIÓN**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

15:40-16:20 **REFRIGERIO**

PRESENTACIÓN WOMEN OF MATHEMATICS - A GALLERY  
 OF PORTRAITS

Biblioteca de Ciencia y Tecnología

16:30-17:20 **ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIRECTORES  
 DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEMBROS DE LA**

COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.  
Edificio 453 Salón 103

16:30-17:20 **SEMIPLEANARIAS**

315 - CARLOS VÉLEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN  
**EXISTENCIA Y MULTIPLICIDAD DE SOLUCIONES PARA UN PROBLEMA ELÍPTICO SEMILINEAL**  
Edificio 453 Auditorio B

789 - CARLOS DI PRISCO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**TEORÍA LOCAL DE RAMSEY EN ESPACIOS TOPOLÓGICOS DE RAMSEY**  
Edificio 453 Auditorio A

3030 - HERMANN MENA, UNIVERSIDAD YACHAY TECH  
**OPTIMAL CONTROL OF STOCHASTIC PDES: THEORY, NUMERICAL APPROXIMATION AND APPLICATIONS**  
Edificio 453 Auditorio C

17:30-18:00 **CHARLAS CORTAS**

346 - ISMAEL GUTIERREZ GARCIA, UNIVERSIDAD DEL NORTE  
**CÓDIGOS DE SUBESPACIOS CUASI-CICLICOS Y GENERALIZACIONES**  
Edificio 404 Salón 204

2796 - JERSON LEONARDO CARO REYES  
**EQUIVALENCIA ARITMÉTICA VÍA REPRESENTACIONES DE GALOIS**  
Edificio 404 Salón 201

379 - GILBERTO ARENAS DIAZ, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
**A NEW BENJAMIN-ONO TYPE SYSTEM FOR INTERNAL WAVE**  
Edificio 405 Salón 312

1526 - MICHAEL ALEXANDER RINCON VILLAMIZAR, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
**EL TEOREMA DE BANACH STONE PARA ESPACIOS**

**DE FUNCIONES DIFERENCIABLES**

Edificio 405 Salón 311

2916 - HELMUTH VILLAVICENCIO, INSTITUTO DE MATEMÁTICA Y CIENCIAS AFINES - IMCA

**LA CATEGORÍA DE LAS MEDIDAS EXPANSIVAS SOBRE FLUJOS**

Edificio 404 Salón 212

278 - EMER DE JESUS LOPERA ARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MANIZALES

**NONEXISTENCE OF POSITIVE SOLUTIONS FOR A SEMI-POSITONE WEIGHTED SYSTEM IN A BALL**

Edificio 404 Salón 200B

2938 - JUAN GABRIEL MALAGON GONZALEZ

**UNA COMPARACIÓN ENTRE APRENDIZAJE BASADO EN DESCUBRIMIENTO, APRENDIZAJE BASADO EN ESQUEMAS E INSTRUCCIÓN DIRECTA EN COLEGIOS DE LA ASOCIACIÓN ALIANZA EDUCATIVA**

Edificio 405 Salón 203

2194 - GUILLERMO LEÓN LÓPEZ FLÓREZ, UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, MEDELLÍN

**LA GESTIÓN ACADÉMICA EN PROCESOS DE ACOMPAÑAMIENTO EN MATEMÁTICAS PARA ESTUDIANTES QUE INICIAN SU PROCESO DE FORMACIÓN EN INGENIERÍAS. CASO DE ESTUDIO. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA (MEDELLÍN)**

Edificio 405 Salón 216

2889 - ELMER JOSE RAMIREZ MACHADO

**EL NUEVO ROL DEL MAESTRO EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA**

Edificio 405 Salón 215

1017 - JAIME ANDRÉS ROBAYO MESA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**IMPLEMENTACIÓN DE LOS GRÁFICOS EXISTENCIALES PIERCEANOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA LÓGICA CLÁSICA; UN ESTUDIO COMPARATIVO**

Edificio 453 Salón 107

2785 - ELIANA BARRIGA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**GRUPOS SEMIALGEBRAICOS SOBRE CAMPOS REAL**

**CERRADOS**

Edificio 453 Salón 105

2903 - PAULO CESAR TINTINAGO RUIZ, UNIVERSIDAD DEL  
QUINDIO  
**MODELO DE DEPREDACIÓN DEL TIPO LESLIE-GOWER  
MODIFICADO**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

2815 - LUIS FERNANDO MARTINEZ PANTOJA, UNIVERISIDAD  
TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
**SIMULACIÓN MATEMÁTICA DE FENÓMENOS FÍSICOS  
ASOCIADOS CON EL PROCESO DE DESCELULARIZACIÓN  
BIOLÓGICA UTILIZANDO SOLUCIÓN DE PDE SOLU-  
CIONADAS USANDO ELEMENTOS FINITOS EN COM-  
SOL**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

2729 - ANDRÉS RIAÑO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOM-  
BIA

**AN APPROACH OF SYMPLECTIC GEOMETRY OVER  
LIE ALGEBRAS THROUGH QUADRATIC POISSON AL-  
GEBRAS**

Edificio 404 Salón 202

2675 - GERARDO CORREDOR RINCON, UNIVERSIDAD INDUS-  
TRIAL DE SANTANDER - UIS

**TOPOLOGÍAS SOBRE ESPACIOS DE PALABRAS**

Edificio 404 Salón 208

796 - FREDDY WILLIAM BUSTOS RENGIFO, UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA

**UN GENERADOR DE TERNAS CASI PITAGÓRICAS**

Edificio 404 Salón 214

2713 - RAFAEL SERRANO

**OPTIMAL INVESTMENT IN A MULTI-DIMENSIONAL  
SEMI-MARTINGALE MODEL WITH NONLINEAR WEALTH  
DYNAMICS**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

18:00-20:00 **CEREMONIA DE PREMIACIÓN**

Auditorio León de Greiff

### 3.5 VIERNES

#### 7:30-8:50 CURSILLOS

1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
**INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PROBLEMAS ABIERTOS**  
Edificio 404 Salón 202

516 - AIDA PATRICIA GONZALEZ NIEVA, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN INFINITA: SISTEMA DIFUSIVO PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE ADITIVO**  
Edificio 404 Salón 203

292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS**  
Edificio 404 Salón 200B

262 - BERNARDO RECAMÁN SANTOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA; LICEO JUAN RAMÓN JIMÉNEZ  
**LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!**  
Edificio 404 Salón 200A

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ESPEJO**  
Edificio 404 Salón 204

557 - JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ PUENTES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA**  
Edificio 404 Salón 210

2517 - JUAN CARLOS RIVEROS MEDINA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO CONCEPTO, DISEÑO Y DESARROLLO DE BIOBRICKS EN BIOLOGIA**

**SINETICA**

Edificio 404 Salón 212

2082 - MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

**OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE**

Edificio 404 Salón 200

2894 - DANIEL MAYA DUQUE

**INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES DIFERENCIABLES Y COMPLEJAS**

Edificio 404 Salón 208

2642 - JORGE PLAZAS Y NICOLÁS MARTÍNEZ

**GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE LIE**

Edificio 404 Salón 206

10:10-10:50 **REFRIGERIO**

11:00-11:50 **SEMIPLEANARIAS**

414 - ALFONSO CASTRO, HARVEY MUDD COLLEGE

**DISPARANDO DE SINGULARIDAD A SINGULARIDAD Y UNA ECUACIÓN SEMILINEAL DE TIPO LAPLACE-BELTRAMI**

Edificio 453 Auditorio A

3051 - JOUKO VÄÄNÄNEN, Universidad de Helsinki y Universidad de Amsterdam

**SOME APPLICATIONS OF TEAM SEMANTICS**

Edificio 453 Auditorio C

362 - MIKHAIL MALAKHALTSEV, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

**A GENERALIZATION OF THE GAUSS-BONNET-HOPF-POINCARÉ FORMULA FOR BRANCHED SECTION**

Edificio 453 Auditorio B

11:00-11:50 ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIRECTORES DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.

Edificio 453 Salón 103

## 12:00-12:30 CHARLAS CORTAS

2701 - EUDEL CAMARGO C., UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
**ALGUNOS MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE CÓDIGOS  
DE SUBESPACIOS Y CÓDIGOS MATRICIALES**  
Edificio 404 Salón 201

599 - JOSÉ OSWALDO LEZAMA SERRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ  
**UNIQUENESS OF HILBERT SERIES FOR SKEW PBW AL-  
GEBRAS**  
Edificio 404 Salón 204

2582 - RICARDO ARIEL PASTRAN RAMIREZ, Universidad Nacional  
de Colombia Sede Bogotá  
**THE IVP FOR A NONLOCAL PERTURBATION OF THE BO  
EQUATION IN CLASSICAL AND WEIGHTED SOBOLEV  
SPACES**  
Edificio 405 Salón 311

304 - ALEX M. MONTES, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**THE CAUCHY PROBLEM FOR A CLASS OF 1D-BOUSSINESQ  
SYSTEMS**  
Edificio 405 Salón 312

321 - SIGIFREDO HERRÓN OSORIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
**ON THE NON-NEWTONIAN FLUIDS WITH CONVECTIVE  
EFFECTS**  
Edificio 404 Salón 212

2875 - PAULA JARAMILLO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN CURSO PARA INTRO-  
DUCIR A ESTUDIANTES DE ECONOMÍA EN LA FORMA  
DE PENSAR DE UN ECONOMISTA: PENSANDO PROBLE-  
MAS**  
Edificio 405 Salón 216

2917 - ALEX SARRIA  
**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS  
EN EL COLEGIO LOS NOGALES**  
Edificio 405 Salón 203

2930 - SONIA VALBUENA DUARTE, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO  
**ANÁLISIS AL PERFIL INVESTIGATIVO DE LOS DOCENTES  
FORMADORES DE MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL  
DE MATEMÁTICAS, Y SU RELACIÓN CON SUS PRÁCTICAS  
PEDAGÓGICAS EN EL AULA DE CLASES**

Edificio 405 Salón 215

639 - LUZ AMPARO CARRANZA G, UNIVERSIDAD DE SALAMANCA  
**IMPLEMENTACIÓN EN C DE UN DEMOSTRADOR AU-  
TOMÁTICO DE TEOREMAS PARA LAS LÓGICAS MODALES  
K Y S2 POR EL MÉTODO DE TABLEAUX**

Edificio 453 Salón 107

527 - JUAN FELIPE CARMONA, UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
**ESTRUCTURAS SUPERSIMPLES CON UN SUBCONJUNTO  
INDEPENDIENTE Y DENSO**

Edificio 453 Salón 105

1721 - ANDRES MAURICIO SALAZAR ROJAS, PONTIFICIA UNI-  
VERSIDAD JAVERIANA CALI  
**PUNTOS CRÍTICOS Y CURVATURA EN PLACAS EMPO-  
TRADAS Y APOYADAS**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

2488 - SHERLY PAOLA ALFONSO SÁNCHEZ  
**ESTUDIO DE MODELOS DE VOLATILIDAD ESTOCÁSTICA  
EN EL MERCADO FX**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

2820 - ANDRÉS VARGAS DOMÍNGUEZ, PONTIFICIA UNIVERSI-  
DAD JAVERIANA  
**GEOMETRY OF COMPATIBLE RIEMANNIAN AND POIS-  
SON STRUCTURES**

Edificio 404 Salón 202

2859 - NICOL JENNIFFER CONTRERAS VARGAS, UNIVERSIDAD  
PEDAGÓGICA NACIONAL  
**OVIMIENTOS DE REIDEMEISTER VISTOS DESDE LA NO-  
TACIÓN MATRICIAL PARA NUDOS  $A_{(2X4C)}$**

Edificio 404 Salón 208

1924 - JOHN JAIRO LÓPEZ SANTANDER, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
**UN PROBLEMA COMBINATORIO SURGIDO EN LOS CON-  
JUNTOS B3**

Edificio 404 Salón 214

2751 - BIVIANA MARCELA SUAREZ SIERRA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**PROCESOS DE POISSON NO HOMOGÉNEOS EN PRESENCIA DE UNO O MÁS PUNTOS DE CAMBIO: UNA APLICACIÓN A LOS DATOS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN BOGOTÁ**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

12:30-14:00 **ALMUERZO**

14:00-14:50 **SEMPLEANARIAS**

547 - JOSÉ MANUEL JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

**SOBRE EL DECAIMIENTO DE LAS SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN DE ZAKHAROV-KUZNETSOV EN TRES DIMENSIONES**

Edificio 453 Auditorio A

3053 - JOAN BAGARIA, Universidad de Barcelona e ICREA

**LARGE CARDINALS AS REFLECTION PRINCIPLES. A SURVEY**

Edificio 453 Auditorio B

653 - OMAR SALDARRIAGA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

**FLAT AFFINE INVARIANT GEOMETRY ON LIE GROUPS**

Edificio 404 Salón 200

292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**DUALIDAD DE STONE Y DUALIDAD DE PRIESTLEY: ENCUENTROS Y DESENCUENTROS**

Edificio 453 Auditorio C

14:00-14:50 **ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIRECTORES DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.**

Edificio 453 Salón 103

15:00-15:30 **CHARLAS CORTAS**

2891 - IVON DORADO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**AR-QUIVERS OF SOME P-EQUIPPED POSETS**  
Edificio 404 Salón 204

49 - EDER SANTIAGO MARTELO GOMEZ, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
**ANILLOS PURO-SEMISIMPLES Y PRERRADICALES**  
Edificio 404 Salón 201

1588 - FELIPE ALEXANDER PIPICANO GUZMÁN, UNIVERSIDAD  
DEL VALLE  
**EXISTENCIA DE ONDAS ESTACIONARIAS PERIÓDICAS  
PARA UN SISTEMA QUE DESCRIBE LA PROPAGACIÓN  
DE PULSOS EN UNA FIBRA ÓPTICA**  
Edificio 405 Salón 312

461 - LUIS BENITEZ-BABILONIA, UNIVERSIDAD DEL SINU  
**A PRODUCT FORMULA AND EVOLUTION FAMILIES OF  
NONEXPANSIVE MAPPINGS**  
Edificio 405 Salón 311

2928 - VLADIMIR ANGULO CASTILLO, UNIVERSIDADE ESTAD-  
UAL DE CAMPINAS (UNICAMP)  
**GLOBAL WELL-POSEDNESS OF NAVIER-STOKES EQUA-  
TIONS WITH THE CORIOLIS FORCE IN HOMOGENEOUS  
BESOV SPACES**  
Edificio 404 Salón 212

1551 - RAIBEL DE JESUS ARIAS CANTILLO, UNIVERSIDADE DE  
SAO PAULO  
**ESFERAS DE PAPEL CON AGUJEROS DINAMICAMENTE  
DETERMINADAS Y MODELOS FUCHSIANOS**  
Edificio 404 Salón 200B

351 - JUAN MIGUEL VELASQUEZ SOTO, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
Edificio 405 Salón 203

231 - ARMANDO REYES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOM-  
BIA  
**MODEL THEORY WITH A VIEW TOWARD HILBERTS NULL-  
STELLENSATZ FOR QUANTUM ALGEBRAS**

Edificio 453 Salón 107

2223 - DANIEL CALDERÓN  
**EL TEOREMA DE GOWERS, GEOMETRÍA EN ESPACIOS DE BANACH Y UNA NOCIÓN DE FORCING**  
 Edificio 453 Salón 105

1678 - DAVID FERNANDO CASAS TORRES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**THE THEOREM OF KROHN-RHODES AND CERNYS CONJECTURE**  
 Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

2663 - AYMARA MARTÍNEZ ARAGÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE MANIZALES  
**EL ROL DEL EFECTO CUANTO-COHERENTE EN LA SEÑALIZACIÓN DNA-PROTEÍNA**  
 Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

2886 - CESAR AUGUSTO REYES CASTELLANOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**FLUJO DE RICCI SOBRE EL CILINDRO CON FRONTERA**  
 Edificio 404 Salón 202

642 - CLARA MARINA NEIRA URIBE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**FUNCIONES SOBRIAS**  
 Edificio 404 Salón 208

2920 - WILMAR BOLAÑOS  
**CLASSIFICATION OF THE CYCLIC  $Q^{ELL}$  QUADRATIC MODULES  $LEFT < MATHFRAK O_K, TR_{K/MATHBBQ}(X^2) RIGHT >$**   
 Edificio 404 Salón 214

678 - ADOLFO J QUIROZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, DPTO. DE MATEMÁTICAS  
**PRUEBAS DE PERMUTACIONES PARA EL PROBLEMA DE DOS MUESTRAS EN DATOS FUNCIONALES**  
 Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

200 - CESAR FERNANDO VENEGAS RAMÍREZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**ACCIONES DE UN SUPER-GRUPO SOBRE CATEGORÍAS**

**SPIN-MODULAR**  
Edificio 404 Salón 204

15:40-16:20 **REFRIGERIO**

16:30-17:20 **SEMIPLEANARIAS**

3033 - ALBERTO MERCADO, Universidad Técnica Federico Santa María,  
Chile

**CONTROLABILIDAD DE EDP EN EVOLUCIÓN**  
Edificio 453 Auditorio A

7 - DAVID BLÁZQUEZ SANZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE MEDELLÍN

**PARALELISMOS Y LA UNICIDAD DEL ESPACIO PROYECTIVO**  
Edificio 453 Auditorio C

16:30-15:20 ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIRECTORES DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.  
Edificio 453 Salón 103

17:30-18:00 **CHARLAS CORTAS**

200 - CESAR FERNANDO VENEGAS RAMÍREZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**ACCIONES DE UN SUPER-GRUPO SOBRE CATEGORÍAS SPIN-MODULAR**  
Edificio 404 Salón 204

2883 - WILLIAM EDUARDO PEÑA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
**UNIQUENESS OF HILBERT SERIES FOR SKEW PBW ALGEBRAS**  
Edificio 404 Salón 201

2927 - SERGIO ANDRÉS PÉREZ LEÓN, UNICAMP  
**ON THE REFLEXIVITY OF  $MATHCALP_W(^N E; F)$**   
Edificio 405 Salón 311

349 - LUISA FERNANDA VARGAS JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
**ANÁLISIS DE UNA APROXIMACIÓN DE GALERKIN, APLICADA A UN SISTEMA DE ECUACIONES DE SCHRÖDINGER ACOPLADAS**  
Edificio 405 Salón 312

739 - FABIÁN SÁNCHEZ SALAZAR, UNIVERSIDAD CENTRAL  
**MAL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE CAUCHY ASOCIADO A UNA ECUACIÓN DEL TIPO RBO-ZK**  
Edificio 404 Salón 200B

297 - EDUARDO MARTÍNEZ, UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA  
**THE AREA PROBLEM: SAGE IN THE INTEGRAL CALCULUS CLASS**  
Edificio 405 Salón 203

616 - ENRIQUE ACOSTA JARAMILLO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**POLÍTICA PÚBLICA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA - UNA MIRADA ACTUAL**  
Edificio 405 Salón 215

2940 - ABEL ALVAREZ BUSTOS, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI  
**ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF A SOLUTION OF RELAXATION SYSTEM FOR FLOW IN POROUS MEDIA**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

755 - HAROLD DEIVI CONTRERAS CONTRERAS, UNIVERSIDAD DE SUCRE  
**SOLUCIÓN NUMÉRICA DE UN MODELO BLACK-SCHOLES NO LOCAL Y NO LINEAL POR MOLLIFICACIÓN DISCRETA**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

1696 - LUIS EDUARDO OSORIO ACEVEDO, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
**SHARP ISOPERIMETRIC INEQUALITIES FOR SMALL VOLUMES IN COMPLETE NONCOMPACT RIEMANNIAN MANIFOLDS OF BOUNDED GEOMETRY INVOLVING THE SCALAR CURVATURE**  
Edificio 404 Salón 202

469 - JOSÉ RAÚL PANQUEVA SÁNCHEZ  
**NUDOS ALTERNOS Y POLIEDROS CONVEXOS**  
Edificio 404 Salón 208

246 - EDDY PARIGUAN, UNIVERSIDAD JAVERIANA  
**PRODUCTO CUÁNTICO ENTRE FUNCIONES MULTISIMET-  
RICAS**  
Edificio 404 Salón 214



## 4

# Resúmenes

### 4.1 Conferencias Plenarias

#### **Espacios polacos, grupos polacos y continuidad**

*Alexander Berenstein, Universidad de los Andes, Colombia*

Un espacio polaco es un espacio topológico separable metrizable que admite una métrica completa. Un grupo es polaco si es un grupo topológico que además es un espacio polaco. En esta charla daremos una introducción al tema de grupos polacos y sus propiedades. También presentaremos algunos resultados de continuidad automática en este contexto.

#### **Investigar en Educación Matemática: Una responsabilidad de los matemáticos**

*Bruno D'Amore, Universidad de Bolonia, Italia*

In some countries still remains a kind of aversion towards research in Mathematics Education by some mathematicians who do not appreciate its content, considering it more appropriate to pedagogists or psychologists. In this lecture, the author offers some examples of research proving that a serious research in M. E. must necessarily be done by mathematicians.

**Dos visiones de las Matemáticas contemporáneas: las  
Matemáticas Formales y las Matemáticas  
Modelo-Teoréticas**

*Carlos E. Vasco, Profesor Emérito y Doctor “Honoris Causa”  
de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá, Colombia*

La conferencia comienza con la lista de los cinco principios fundamentales de las matemáticas, que podríamos llamar “Las Matemáticas Formales”, publicados hace seis años en las *Notices of the AMS* por el profesor Wu (2011) de Berkeley. En esos cinco principios, Wu sintetiza la visión de las matemáticas que debería primar hoy en la educación matemática escolar, de pregrado y de posgrado en todo el mundo. Desde la experiencia del autor en el ejercicio de distintas ramas de las matemáticas, el estudio de su historia y su epistemología, y la experiencia de su enseñanza en todos los niveles de la educación, se presenta una visión alternativa denominada “Las Matemáticas Modelo-Teoréticas”, contrastando los cinco principios de Wu con otros cinco principios que las caracterizan, combinados con las razones que los sustentan, algunos ejemplos concretos y una presentación más abstracta de la filosofía del autor, con su ontología explicitada en la Teoría General de Procesos y Sistemas TGPS, su semiología explicitada en la Teoría General de Representaciones e Interpretaciones TGRI y su epistemología explicitada en la Teoría General de Modelos y Teorías TGMT, de la cual deriva su nombre la concepción propuesta de las Matemáticas, su historia, su epistemología y su didáctica.

**Finite Element Methods and Domain Decomposition  
Algorithms**

*Juan Carlos Galvis, Universidad Nacional de Colombia Sede  
Bogotá, Colombia*

In this talk, we give an overview (with some historical notes) to the classical finite element method and to classical domain decomposition techniques for numerical approximation of elliptic partial differential equations. First, we review some historical notes related to the W. Ritz Computation of Chladni Figures and introduce the main ideas of the finite element method. As a second part of the talk, we review some historical notes related to Schwarz alternating method introduced in 1869-1870 by H. Schwarz to obtain solution of partial differential equations by computing solution in subdomains. Depending on the time evolution of the talk, we will also present recent results in the field of domain decomposition methods for heterogeneous multiscale problems.

### **Una introducción a la Optimización Copositiva**

*Juan Carlos Vera, Universidad de Tilburg, Holanda*

En esta charla se ilustrará la conexión entre optimización cuadrática no convexa y optimización copositiva. Esta conexión permite convexificar, de una manera unificada, los problemas cuadráticos no convexos, los cuales incluyen la mayoría de los problemas combinatorios. El proceso de convexificación permite encapsular la complejidad de estos problemas de manera uniforme en el cono de matrices copositivas. Gracias a esto la optimización copositiva ha recibido bastante interés recientemente. En la charla también se discutirá el progreso reciente, tanto en lo teórico como en lo numérico, y se presentarán extensiones que permiten capturar familias de problemas más generales en optimización no convexa.

### **Métodos algebraicos en Optimización global**

*Mauricio Velasco, Universidad de los Andes, Colombia*

El problema de como minimizar un polinomio en varias variables en una región dada es una de las preguntas centrales de las matemáticas aplicadas pues aparece naturalmente en una gran cantidad de contextos (probabilidad, finanzas, optimización combinatoria, control de sistemas dinámicos, etc.). Este también es un problema central de las matemáticas puras en el que se ha pensado desde la época de Hilbert. A principios de los 2000 el trabajo de Parrilo, Lasserre y otros inició una verdadera revolución en esta área que llevó al desarrollo de los métodos de "sumas de cuadrados" en álgebras que parecen ser un mecanismo universal para construir jerarquías que resuelven este tipo de problemas de optimización. El intento por entender estas "sumas de cuadrados" en un álgebra real ha llevado al desarrollo de muchas herramientas y a la aparición de un área nueva de las matemáticas llamada geometría algebraica convexa así como a muchas interacciones inesperadas entre álgebra y optimización. Esta charla será una introducción a las principales ideas de la geometría algebraica convexa. En ella presentaré resultados y trabajo en curso con Blekherman, Smith, Sinn entre otros.

### **Decaimiento y propagación de regularidad en ecuaciones dispersivas**

*Pedro Isaza Jaramillo, Universidad Nacional de Colombia  
Sede Medellín, Colombia*

En esta conferencia, destinada a un público amplio, se consideran ecuaciones no lineales de tipo dispersivo y se muestran algunas propiedades relacionadas con la preservación del decaimiento espacial de las soluciones y con su ganancia de regularidad cuando el tiempo evoluciona. Se toma como ejemplo la ecuación de Korteweg-de Vries  $\partial_t u + \partial_x^3 u + u \partial_x u = 0$ , y en ella se observa que ciertos decaimientos exponenciales se preservan en el tiempo pero de manera atenuada. Así mismo, se muestra cómo la suavidad que presentan las soluciones hacia la derecha ( $x > 0$ ) se propaga con velocidad infinita hacia la izquierda, convirtiendo la solución en una función suave.

### **Localidad y renormalización; el caso de las funciones zeta cónicas y arboríferas**

*Sylvie Paycha, Universidad de Potsdam, Alemania*

Según el principio de localidad en Física, eventos que ocurren en distintos lugares del espacio-tiempo deberían comportarse independientemente los unos de los otros, una característica que tiene que reflejarse en sus mediciones. Nos proponemos interpretar matemáticamente la independencia de eventos en términos de una relación binaria simétrica. Ejemplos de tal relación son la disyunción de conjuntos y la ortogonalidad de espacios lineales. La ventaja de introducir tal relación es poder conservar la memoria de la independencia requiriendo que los mapas la preserven, una primera manifestación de su localidad, la segunda siendo que sean multiplicativos en pares de elementos mutuamente independientes.

Con el fin de preservar la memoria de la independencia a nivel de mediciones, usamos una regularización en variables múltiples lo que contrasta con el método usual de regularización dimensional que usa un única variable. Por lo tanto, los mapas que queremos renormalizar toman valores en funciones meromorfas en variables múltiples con polos lineales. Trabajar con variables múltiples nos permite describir el mapa renormalizado mediante una fórmula muy simple, sin usar la factorización de Birkhoff-Hopf "à la Connes y Kreimer" que requiere coproductos en álgebras de Hopf.

Si el tiempo lo permite, explicaré cómo se puede implementar este método para renormalizar funciones multizeta cónicas y arboríferas, ambas siendo generalizaciones de funciones multizeta.

Esta charla se basa en un trabajo junto con Pierre Clavier, Li Guo y Bin Zhang.

## 4.2 Conferencias Semiplenarias

### 4.2.1 ÁLGEBRA

#### **OPTIMAL CONTROL OF STOCHASTIC PDES: THEORY, NUMERICAL APPROXIMATION AND APPLICATIONS**

*HERMANN MENA, UNIVERSIDAD YACHAY TECH*

Optimal control of systems governed by stochastic partial differential equations (SPDEs) arise naturally in science and engineering, e.g. river floods, crime modeling, mathematical finance etc. We consider stochastic optimal control problems where the state equation is linear and the cost functional is quadratic. We show that the optimal control is given in feedback form in terms of a Riccati equation. We investigate the numerical approximation of the problem, in particular, the convergence of Riccati operators and the numerical solution of the state equation. Numerical experiments of specific applications show the performance of the proposed method. In addition, due to the fact that the mean and the variance of the solution of a linear SPDE can be characterized through a PDE and a Riccati type equation, respectively. We propose to solve linear SPDEs by approximating these statistics directly solving these related deterministic equations. As an illustration of our approach we present a numerical simulation of El Niño phenomena (El Niño is an irregularly periodical variation in winds and sea surface temperatures in the eastern equatorial Pacific ocean).

#### **SPONTANEOUS PROBABILISTIC BEHAVIOR IN DETERMINISTIC CONSERVATION LAWS**

*ALEXEI MAILYBAEV, INSTITUTO NACIONAL DE  
MATEMÁTICA PURA E APLICADA, RIO DE JANEIRO*

We analyze solutions starting from singular initial conditions in nonlocal conservation laws. Such initial conditions may result from a finite-time blowup, developed turbulent states, or unstable discontinuities. First, we consider an example with nonunique solutions, which are all physically relevant: An infinite number of solutions arise depending on a way the viscosity approaches zero. Next, we argue that despite of the nonuniqueness of specific realizations, a probability distribution for the whole set of possible solutions is unique, i.e., there is a unique spontaneously stochastic

solution. This uniqueness is explained as the ordinary deterministic chaos developing in a renormalized system. The results are fully supported by numerical simulations. If time permits, I will show how these ideas can be applied in the inviscid limit of the Rayleigh-Taylor instability.

### **ADE DYNKIN DIAGRAMS IN ALGEBRA, GEOMETRY AND BEYOND**

*JAMES JIM ZHANG, UNIVERSIDAD DE WASHINGTON*

ADE Dynkin diagrams play an important role in many subjects such as representation theory of quivers, (super)conformal field theories, spectral radius of graphs, classification of simple Lie algebras and finite simple groups, surface singularities and the McKay correspondence. In this talk we survey recent work related to the ADE diagrams in noncommutative algebraic geometry and noncommutative invariant theory and provide new connections between the ADE diagrams and some recently developed subjects in Mathematics.

#### **4.2.2 ANÁLISIS**

### **SOBRE EL DECAIMIENTO DE LAS SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN DE ZAKHAROV-KUZNETSOV EN TRES DIMENSIONES**

*JOSÉ MANUEL JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

*EDDYE BUSTAMANTE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

*JORGE MEJÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

En esta charla estudiaremos el problema del decaimiento de las soluciones de la ecuación de Zakharov-Kuznetsov en tres dimensiones.  $\partial_t u + \partial_x \Delta u + u \partial_x u = 0$ ,  $(x, y, z) \in \mathbb{R}^3$ ,  $t \in [0, 1]$  Probaremos que si la diferencia de dos soluciones suficientemente suaves de la ecuación Zakharov-Kuznetsov decae como  $e^{-a(x^2+y^2+z^2)^{3/4}}$  en dos tiempos diferentes, para  $a > 0$  suficientemente grande, entonces ambas soluciones son iguales.

Este resultado extiende al caso de tres dimensiones el principio de continuación única previamente obtenido para el caso bidimensional.

Trabajo en conjunto con los profesores Eddy Bustamante y Jorge Mejía de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

**NONLINEAR STABILITY OF GARDNER  
BREATHERS**

*MIGUEL A. ALEJO, UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA*

In this work we present a systematic and simple account that put in evidence that the breather solution of the Gardner equation, a relevant modification of the KdV and mKdV equations, satisfies a suitable variational elliptic equation, which also implies that the stability problem reduces in some sense to (i) the study of the spectrum of explicit linear systems (spectral stability), and (ii) the understanding of how bad directions (if any) can be controlled using low regularity conservation laws.

**ON THE FRACTIONAL KP EQUATIONS**

*FELIPE LINARES, IMPA, BRAZIL*

In this lecture we will discuss recent results regarding well-posedness for the initial value problem associated to the fractional KP equations.

**WELL-POSEDNESS AND APPROXIMATION OF  
SOLUTIONS OF A BOUSSINESQ-TYPE MODEL  
IN A FINITE INTERVAL**

*JUAN CARLOS MUÑOZ GRAJALES, DEPARTAMENTO  
DE MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD DEL VALLE*

In this talk, we consider the existence and uniqueness of solutions of the Boussinesq-type system

$$M(\xi)\eta_t + \partial_\xi \left[ \left( 1 + \frac{\alpha\eta}{M(\xi)} \right) u \right] - \frac{\beta}{6} \partial_\xi^2 (M(\xi)\eta_t) = 0, \quad (4.1)$$

$$u_t + \eta_\xi + \frac{\alpha}{2} \partial_\xi \left[ \left( \frac{u}{M(\xi)} \right)^2 \right] - \frac{\beta}{6} \partial_\xi^2 (u_t) = 0, \quad (4.2)$$

$\xi \in [0, L], t > 0$ , subject to the initial and boundary value conditions

$$\eta(\xi, 0) = \eta_0(\xi), \quad u(\xi, 0) = u_0(\xi), \quad (4.3)$$

$$\eta(0, t) = \eta_1(t), \quad \eta(L, t) = \eta_2(t), \quad (4.4)$$

$$u(0, t) = u_1(t), \quad u(L, t) = u_2(t). \quad (4.5)$$

System (1)-(2) describes the propagation of bi-directional waves with small amplitude at the surface of a channel with finite length  $L$  and highly-variable bottom (i.e. when the scale of variation of the bottom's irregularities is small compared with the typical wave length). The physical problem modeled by equations (1)-(5) corresponds to the case of a water tank in which wave motion is initiated by wavemakers at both ends of the channel. Here the functions  $\eta(\xi, t)$ ,  $u(\xi, t)$  denote the wave elevation measured with respect to the undisturbed free surface, and the horizontal component of the fluid velocity, respectively. Furthermore, the coefficient  $M(\xi)$  is related to an appropriate change of variables and it is defined as

$$M(\xi) := 1 + \frac{\pi}{4\sqrt{\beta}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{n(x(\xi_0, -\sqrt{\beta})/\gamma)}{\cosh^2 \frac{\pi}{2\sqrt{\beta}}(\xi_0 - \xi)} d\xi_0,$$

where  $n(x/\gamma)$  is a function which describes the physical bottom of the channel and is assumed to be 0 outside the interval  $[0, L]$ . Thus, the coefficient  $M(\xi)$  is a regularization of the original channel's topography and therefore it is a bounded  $C^\infty$  function with the property  $\inf_{[0, L]} M(\xi) > 0$ , and  $\alpha, \beta$  are positive parameters measuring nonlinear and dispersive effects, respectively. In second place, we introduce a finite-difference numerical scheme for approximating the solution to problem (1)-(5), where the time-stepping is performed by applying the classical 4th-order one step Runge-Kutta method to an appropriate integral version of the original model equations. This research was supported by Universidad del Valle

and Colciencias under project FP44842-080-2016.

### 4.2.3 ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICO

#### TOPOLOGICALLY STABLE POINTS

*C. A. MORALES, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - BRAZIL*

*KEONHEE LEE, CHUNGNAM NATIONAL UNIVERSITY - REPUBLIC OF KOREA*

We decompose the topological stability (in the sense of P. Walters) into the corresponding notion for points. For this we define em topologically stable point of a homeomorphism  $f$  as a point  $x$  such that for any  $C^0$ -perturbation  $g$  there is a continuous semiconjugation em defined on the  $g$ -orbit closure of  $x$  which tends to the identity as  $g$  tends to  $f$ . It is proved

that the set of topologically stable points is  $f$ -invariant and preserved under conjugation. Moreover, such a set vanishes for minimal homeomorphisms on compact manifolds. The chain recurrent points which are topologically stable belongs to the periodic point closure. In particular, the chain recurrent set coincides with the closure of the periodic points when all points are topologically stable. Next we show that the topologically stable points of an expansive homeomorphism of a compact manifold are precisely the shadowable ones. Moreover, an expansive homeomorphism of a compact manifold is topologically stable if and only if every point is. Afterwards, we prove that a pointwise recurrent homeomorphism of a compact manifold has no topologically stable points. Finally, we prove that every chain transitive homeomorphism with a topologically stable point of a compact manifold has the pseudo-orbit tracing property. Therefore, a chain transitive expansive homeomorphism of a compact manifold is topologically stable if and only if it has a topologically stable point.

**EXISTENCIA Y MULTIPLICIDAD DE  
SOLUCIONES PARA UN PROBLEMA ELÍPTICO  
SEMILINEAL**

*CARLOS VÉLEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

*SIGIFREDO HERRÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

*JORGE COSSIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

En esta conferencia se estudia la existencia de múltiples soluciones para el problema elíptico semilineal

$$\begin{cases} \Delta u + f(u) = 0 & \text{en } \Omega, \\ u = 0 & \text{en } \partial\Omega, \end{cases} \quad (4.6)$$

donde  $\Delta$  es el operador de Laplace,  $\Omega$  es una región acotada en  $R^N$  ( $N \geq 2$ ) con frontera suave y  $f : R \rightarrow R$  es una función no lineal de clase  $C^1$  tal que  $f(0) = 0$  y  $f$  es asintóticamente lineal, i.e.,

$$f'(\infty) := \lim_{|t| \rightarrow \infty} f'(t) \in R.$$

Utilizando el método de reducción de Lyapunov-Schmidt, el teorema del paso de la montaña y caracterizaciones del grado local de los puntos críticos se demuestran resultados de existencia y multiplicidad de soluciones de (1). También se estudian propiedades cualitativas y unicidad de

las soluciones obtenidas.

### **Bibliografía**

A. Castro, J. Cossio, S. Herrón, and C. Vélez, Existence and multiplicity results for a semilinear elliptic problem. *Preprint*, 2017.

A. Castro and J. Cossio, Multiple solutions for a nonlinear Dirichlet problem. *SIAM J. Math. Anal.* 26, no.6, p.p. 1554-1561, 1994.

A. Castro, J. Cossio, and C. Vélez, Existence of seven solutions for an asymptotically linear Dirichlet problem without symmetries. *Annali di Matematica* 192, p.p. 607-619, 2013.

## **DISPARANDO DE SINGULARIDAD A SINGULARIDAD Y UNA ECUACIÓN SEMILINEAL DE TIPO LAPLACE-BELTRAMI**

*ALFONSO CASTRO, HARVEY MUDD COLLEGE*

Resumen: Estudiamos la existencia de soluciones rotacionalmente simétricas a una ecuación semilineal en una superficie de revolución. Se convierte la ecuación en una ecuación diferencial ordinaria en un intervalo que es singular en ambos extremos requiriendo el análisis del método del disparo de singularidad a singularidad. El uso de identidades de Pohozaev permite demostrar la existencia de infinitas soluciones cuando el termino no lineal es superligera y subcritico.

## **SOLUCIONES MÚLTIPLES PARA UN SISTEMA ELÍPTICO**

*PABLO AMSTER, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES,  
ARGENTINA*

En esta charla estudiaremos un sistema no lineal de ecuaciones elípticas bajo condiciones de Dirichlet, Neumann o Robin. Empleando técnicas topológicas, probaremos la existencia de múltiples soluciones estudiando la interacción de la no-linealidad con el espectro del operador lineal asociado al problema. Se presentará un panorama amplio de la temática, que involucra diversos aspectos geométricos. Cuando el problema admite un enfoque variacional, se mostrará que los resultados pueden interpretarse bajo la óptica de ciertos teoremas de linking.

#### 4.2.4 ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

### PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA Y APROPIACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS EN ANTIOQUIA

*DEBORA MARIA TEJADA JIMENEZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLIN*

*GUILLERMO LEON LOPEZ FLOREZ, UNIVERSIDAD  
PONTIFICIA BOLIVARIANA*

A mediados del año 2012, la Sociedad Colombiana de Matemáticas (SCM) fue invitada por la Gobernación de Antioquia con el fin de colaborar en el diseño y ejecución de un plan, para la mejora de la enseñanza de la matemática en Antioquia, que se inscribiría en su programa de Antioquia la más educada. Atendiendo dicha invitación y conscientes de la importancia de un plan como éste, la SCM le propuso a la Gobernación de Antioquia el PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA Y APROPIACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS EN ANTIOQUIA. En este plan la SCM planteó como objetivo general promover el mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y de la enseñanza de las matemáticas en el departamento de Antioquia, usando la tecnología disponible e impactando directamente a docentes en formación, docentes en servicio, estudiantes y comunidad en general. Con el fin de satisfacer este objetivo, la SCM propuso 4 PROGRAMAS de trabajo. 1) Formación y cualificación de los docentes. 2) Acercamiento de las matemáticas a la comunidad 3) Revisión y creación de planes de área. Escritura de textos. 4) Uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Fueron muchos los logros obtenidos en estos programas. Por ejemplo, se ofrecieron cursillos de 6 y 36 horas de capacitación de maestros en 31 municipios de Antioquia. Se llevaron a cabo 13 diplomaturas, 3 para docentes de primaria y 10 para docentes de secundaria, que impactaron a 421 maestros de la región. Se realizaron 7 congresos con docentes de Antioquia y 7 grandes festivales con la comunidad, así como 16 encuentros con docentes y 23 pequeños festivales en diferentes municipios del departamento. Se propusieron planes de área en matemáticas para cada uno de los 11 grados escolares. Se diseñaron y escribieron 5 textos de capacitación a maestros (cursos de 30 horas), 4 textos de álgebra, geometría, trigonometría y geometría analítica y precálculo dirigidos a los docentes, con guías de clase (90 horas), según los planes de área propuestos y un texto de aritmética y geometría dirigido a los estudiantes de grados 6 y 7. Se realizaron 194 vídeos en diferentes formatos, que en su momento estuvieron a disposición en la página web de la Gobernación de Antioquia. Se hizo acompañamiento permanente en la componente matemática de las Olimpiadas del conocimiento (concurso en

Teleantioquia para estudiantes de grados 10 y 11 de secundaria y grado 5 de primaria) con la elaboración y revisión de las preguntas del concurso. En esta charla haremos un recuento de la ejecución de estos 4 programas. Describiremos las actividades desarrolladas en ellos, así como los logros obtenidos durante los años 2012 a 2015.

**FORMACIÓN DE PROFESORES DE  
MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA Y MEDIA: LA  
PREOCUPACIÓN POR LA PRÁCTICA DOCENTE**  
*PEDRO GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

La preocupación por la formación de profesores de matemáticas ha pasado de una visión en la que los profesores aprenden teorías y se espera que ellos sean capaces de interpretarlas e implementarlas en el aula a una visión en la que la preocupación es el desarrollo de competencias, conocimientos, habilidades y actitudes que contribuyan a la mejora de su práctica docente. En esta conferencia, presentamos las ideas clave en las que se fundamenta la maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes. Este programa se basa en el modelo del análisis didáctico, como procedimiento sistemático con el que se espera que los profesores en formación analicen un tema concreto de las matemáticas escolares, de tal forma que la información que surja de ese análisis les sea útil para diseñar una unidad didáctica, fundamentar y justificar ese diseño, llevarlo a la práctica y evaluarlo.

#### 4.2.5 LÓGICA

**TEORÍA LOCAL DE RAMSEY EN ESPACIOS  
TOPOLÓGICOS DE RAMSEY**  
*CARLOS DI PRISCO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Examinamos la propiedad de Ramsey para subconjuntos de un espacio de Ramsey topológico y su localización a una familia de subconjuntos del espacio. En particular consideramos localizaciones a familias que son coideales selectivos o semiselectivos, y a ultrafiltros. Definimos nociones de forzamiento relacionadas con ultrafiltros selectivos y a la propiedad de Ramsey. Extendemos el forcing de Mathias respecto a un coideal semiselectivo al contexto de espacios de Ramsey topológicos, y estudiamos la consistencia del enunciado “todo subconjunto del espacio de Ramsey

tiene la propiedad de Ramsey respecto a cualquier coideal semiselectivo". Trabajo conjunto con J.Mijares y J. Nieto.

## SOBRE EL SEMIGRUPO DE ELLIS EN ESPACIOS MÉTRICOS, COMPACTOS Y NUMERABLES.

CARLOS E. UZCÁTEGUI AYLWIN, UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER

Sea  $X$  un espacio métrico compacto y  $f : X \rightarrow X$  continua. El semigrupo de Ellis  $E(X, f)$  (o semigrupo envolvente) es la clausura de  $\{f^n : n \in \mathbb{N}\}$  en el espacio  $X^X$  (con la topología producto) donde  $f^n$  es la  $n$ -iterada de  $f$ . Este semigrupo lo introdujo R. Ellis en 1960 [1] y es actualmente una herramienta fundamental en Dinámica Topológica [4]. Analizaremos algunas propiedades de  $E(X, f)$  cuando  $X$  es un espacio métrico, compacto y numerable [2][3]. Este es un trabajo conjunto con Yackelin Rodríguez (UNEXPO, Venezuela) y Salvador García (UNAM-Morelia, Mexico).

### Bibliografía

- R. Ellis, *A semigroup associated with a transformation group*, Trans. Amer. Math. Soc. **94** (1960), 272–281.
- S. García-Ferreira, Y. Rodríguez-López and C. Uzcátegui, *Iterates of dynamical systems on compact metrizable countable spaces*, Topology Appl. **180** (2015), 100–110.
- S. García-Ferreira, Y. Rodríguez-López and C. Uzcátegui, *Cardinality of the Ellis semigroup on compact metric countable spaces*. Enviado a publicación.
- E. Glasner, *Enveloping semigroups in topological dynamics*, Topology Appl. **154** (2007), no. 11, 2344–2363.

## SOME APPLICATIONS OF TEAM SEMANTICS

JOUKO VÄÄNÄNEN, UNIVERSIDAD DE HELSINKI Y  
UNIVERSIDAD DE AMSTERDAM

A team is a set, or more generally a multiset, of assignments. In team semantics the basic concept is that of a formula being satisfied by a team rather than being satisfied merely by a single assignment. There are several avenues to defining team semantics, and we discuss two avenues in particular. The first leads us to so-called dependence logic introduced

in the speaker's 2007 monograph (Cambridge University Press) with the same title. Another leads to a version of probability logic (joint work with T. Hyttinen and G. Paolini). We give an overview of recent results and indicate some applications to quantum physics, social choice and biology.

**GOEDEL'S RECEPTION OF TURING'S MODEL  
OF COMPUTABILITY: THE –SHIFT OF  
PERCEPTION– IN 1934**

*JULIETTE KENNEDY, UNIVERSIDAD DE HELSINKI*

The emergence of the mathematical concept of computability in the 1930s was marked by an interesting shift of perspective, from viewing the intuitive concept, “human calculability following a fixed routine” in terms of calculability in a logic, to viewing the concept as more adequately expressed by Turing's model.<sup>1</sup> This happened in spite of, or in parallel with, confluence, as Gandy called it in his [1], namely the proven extensional equivalence of the models of computability which had been given prior to Turing's model. In this talk we consider this shift—one in which Gödel was a key figure—in relation to Gödel's philosophical outlook subsequently. On the way we consider a question that Kripke has asked recently [2]: why did Gödel not see that the Entscheidungsproblem is an immediate consequence of the Completeness and Incompleteness Theorems? Kripke's analysis depends upon viewing computability in terms of calculability in a logic. We thus suggest that Kripke's own explanation for Gödel's purported blindness to the fact of having solved what was arguably viewed as the single most important problem in logic remaining open at the time,<sup>2</sup> be complemented by the story of the difficulties logicians had with viewing computability in this sense. 1. Gandy, R.: The confluence of ideas in 1936. In: *The universal turing machine: A half-century survey*, pp. 55–111. Oxford Science Publications, Oxford University Press, New York (1988) 2. Kripke, S.: The church-turing “Thesis” as a special corollary of Gödel's completeness theorem. In: Copeland, B.J., Posy, C.J., Shagrir, O. (eds.) *Computability: Gödel, Church, and Beyond*. MIT Press, Cambridge (2013)

**LARGE CARDINALS AS REFLECTION  
PRINCIPLES. A SURVEY**

*JOAN BAGARIA, UNIVERSIDAD DE BARCELONA E  
ICREA*

Large cardinals are infinite cardinal numbers whose existence cannot be proved in the usual Zermelo-Fraenkel system of set theory with the Axiom of Choice (ZFC). However, they appear naturally in many different mathematical contexts (not to mention in set theory itself), and moreover they gauge the consistency strength of mathematical statements that go beyond ZFC. In this talk we shall give a small survey of recent results showing that many large cardinals, in spite of their different origin, motivation, and formulation, may nevertheless be seen as particular cases of strong reflection principles, which may be used to great advantage in applications to other areas of mathematics.

#### 4.2.6 MATEMÁTICAS APLICADAS

##### CONTROLABILIDAD DE EDP EN EVOLUCIÓN

*ALBERTO MERCADO, UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA*

Presentaremos conceptos básicos acerca de la controlabilidad de ecuaciones diferenciales parciales en espacios  $L^2$ . Revisaremos las caracterizaciones de estas propiedades en términos de la observabilidad del sistema adjunto, y explicaremos algunas técnicas para su demostración. Hablaremos de algunos trabajos recientes o en curso: Controlabilidad de sistemas con menos controles que ecuaciones. Sistemas de transporte-difusión. Ecuaciones de orden superior. Transmisión de ondas en medios heterogéneos.

#### 4.2.7 GEOMETRÍA

##### GRUPOS FUCHSIANOS INFINITAMENTE GENERADOS EN SUPERFICIES NO COMPACTAS

*JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
CAMILO RAMIREZ MALUENDAS, FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ*

En esta charla presentamos de manera explícita un grupo Fuchsiano que permite generar una superficie hiperbólica homeomorfa al monstruo del lago Ness, y mostraremos como generalizar esto para otras superficies no

compactas con genero infinito, como el árbol de Cantor y el árbol florido de Cantor.

**A GENERALIZATION OF THE  
GAUSS-BONNET-HOPF-POINCARÉ FORMULA  
FOR BRANCHED SECTION**

*FABIÁN ANTONIO ARIAS AMAYA, UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, CARTAGENA,  
COLOMBIA*

*MIKHAIL MALAKHALTSEV, UNIVERSIDAD DE LOS  
ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA*

Let  $\pi : E \rightarrow M$  be a locally trivial fiber bundle over a two-dimensional manifold  $M$ , and  $\Sigma \subset M$  be a discrete subset. A subset  $Q \subset E$  is called a *n-sheeted branched section of the bundle  $\pi$*  if  $Q' = \pi^{-1}(M \setminus \Sigma) \cap Q$  is a *n-sheeted covering of  $M \setminus \Sigma$* . The set  $\Sigma$  is called the *singularity set of the branched section  $Q$* . We define the index of a singularity point of a branched section, and give examples of its calculation, in particular for branched sections of the projective tangent bundle of  $M$  determined by binary differential equations. Also we define a resolution of singularities of a branched section, and prove an analog of Hopf-Poincaré-Gauss-Bonnet formula for the branched sections admitting a resolution.

**PARALELISMOS Y LA UNICIDAD DEL ESPACIO  
PROYECTIVO**

*DAVID BLÁZQUEZ SANZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA - SEDE MEDELLÍN*

Explicamos como la teoría de Galois de las conexiones principales controla las conjugaciones entre paralelismos de variedades algebraicas. Como aplicación, mostramos la unicidad del espacio proyectivo en el siguiente sentido: si una variedad algebraica compleja de dimensión  $n$  está dotada de un algebra de Lie de campos racionales de dimensión  $n^2 - 1$ , entonces hay una transformación racional de ella en el espacio proyectivo que conjuga la acción de esta álgebra con la de las transformaciones proyectivas.

**POSIBLES INTERACCIONES DE LA  
GEOMETRÍA Y LA LÓGICA**  
*LEONARDO CANO, UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE  
BOGOTÁ*

Resumen: En la charla intentaremos encontrar análogos de la teoría de haces de estructuras (con fibra discreta) de Xavier Caicedo en haces vectoriales (fibra un espacio vectorial con topología no discreta) y relacionaremos estos resultados con teoría de relatividad. Estos resultados hacen parte de una investigación en proceso con Pedro Zambrano.

**FLAT AFFINE INVARIANT GEOMETRY ON LIE  
GROUPS**  
*OMAR SALDARRIAGA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA*

This talk is a continuation of the talk “A new characterization of flat affine manifolds.” The essential objects are flat affine Lie groups. These are Lie groups endowed with a left invariant structure. The main objective of this talk is to present the following Lie group Given a flat affine Lie group  $(G, \nabla)$ , there exists a Lie group  $Env(G, \nabla)$  endowed with a flat affine bi-invariant structure inherited from  $\nabla$  that contains the Lie group of affine transformations,  $Aff(G, \nabla)$  of  $(G, \nabla)$ , as a Lie subgroup. The final part of the talk will be used to exhibit examples.

**A NEW CHARACTERIZATION OF FLAT AFFINE  
MANIFOLDS**  
*ALBERTO MEDINA, UNIVERSIDAD DE  
ANTIOQUIA-UNIVERSIDAD DE MONTPELLIER*

In the first part of this talk there will be given an introduction to the flat affine geometry, i.e., manifolds endowed with a linear connection whose curvature and torsion tensors are null. It will be revisited the usual real affine space and its group of affine transformations  $Aut(L(R^n), \omega^0)$ . A flat affine manifold is a manifold endowed with an atlas whose change of coordinates maps belong to  $Aut(L(R^n), \omega^0)$ . Then, it will be recalled the notion of affine representations of finite dimensional Lie groups. The main objective of the talk is to present the following result Let  $M$  be a

connected real  $n$ -dimensional manifold,  $P = L(M)$  its principal bundle of linear frames,  $\theta$  the fundamental form of  $P$  and  $\Gamma$  a linear connection on  $P$  of connection form  $\omega$ . We have then: The connection is flat affine if and only if  $(\theta, \omega)$  determines a (unique) homomorphism of Lie groups

$$\rho : \text{Aut}(P, \omega) \longrightarrow \text{Aut}(L(R^n), \omega^0)$$

where  $\omega^0$  is the connection form of the usual connection on  $R^n$ , such that there exists  $v \in R^n$  with open orbit relative to the action  $\rho$ . At the end of this speech, there will be given consequences of this result. The lecture will be illustrated with examples. In the talk "Flat affine invariant geometry on Lie Groups" it will be presented these type of structures in the case of Lie groups.

#### 4.2.8 TOPOLOGÍA

### FORMAS DE SCHUBERT Y CONWAY PARA DIAGRAMAS DE ENLACES DE TRES PUENTES *MARGARITA MARÍA TORO VILLEGAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLIN*

En este trabajo estudiamos dos formas de representar un enlace de 3-puentes: la forma de Schubert y la forma de Conway, con el objetivo de extender el resultado conocido para enlaces de 2-puentes. Recordemos que un enlace de 2-puentes se puede describir mediante su forma normal de Schubert, que se representa mediante un racional  $p/q$ ,  $1 \leq q \leq p$  y que tiene asociado un diagrama standard del enlace. Si se toma la fracción continua  $C = [a_1, a_2, \dots, a_n]$  asociada a  $p/q$ , la sucesión de enteros  $a_1, a_2, \dots, a_n$  definen un diagrama standard de un enlace racional, donde cada  $a_i$  representa un tangle racional. Es un resultado conocido y muy apreciado que estos enlaces son equivalentes. A  $C = [a_1, a_2, \dots, a_n]$  se le llama la forma de Conway del enlace de 2-puentes  $p/q$ . En [To] se mostraron algoritmos de tipo recursivo para pasar de la forma normal de Conway a la forma normal de Schubert y recíprocamente. Dado un diagrama de un enlace de 3 puentes se define su forma de Schubert como una colección de 6 enteros positivos  $\{p, n, q, m, s, l\}$ , tales que  $2 \leq s \leq q \leq p$ ,  $0 \leq n \leq p$ ,  $0 \leq m \leq q$ ,  $0 \leq l \leq s$ , que por razones geométricas se representan mediante una tripleta de la forma  $(p/n, q/m, s/l)$ . Estos enteros determinan completamente el diagrama, y recíprocamente, dada una colección de enteros con esas condiciones se puede hallar un diagrama de un enlace de a lo más 3-puentes. En esta dirección se requieren algunas condiciones adicionales para garantizar que el diagrama sea de 3-puentes y que no tenga componentes adicionales sueltas. A partir del diagrama 3-puentes

de un enlace de 3-puentes dado en su forma de Schubert  $(p/n, q/m, s/l)$ , podemos hacer un proceso de simplificación, similar al que se hace para enlaces de 2-puentes, de tal forma que producimos un diagrama que está descrito por una matriz  $C \in M_{n \times 3}(Z)$

$$C = a_{11}a_{12}a_{13}a_{21}a_{22}a_{23} \cdots a_{n1}a_{n2}a_{n3}$$

donde cada entrada  $a_{ij}$  representa un tangle racional trivial. A esta matriz la llamamos la *forma de Conway del diagrama*. Recíprocamente, dada una matriz  $C \in M_{n \times 3}(Z)$  podemos asociarle un diagrama de un enlace de tal forma que, al hacer el proceso de deformación inverso al descrito, nos permite llegar a un diagrama de 3-puentes, descrito por una forma de Schubert  $(p/n, q/m, s/l)$ . En este trabajo presentamos algoritmos explícitos para pasar de la forma de Schubert a la forma de Conway y viceversa. Adicionalmente mostramos que los enteros de la forma de Schubert están relacionados con los enteros de la forma de Conway mediante un proceso recursivo similar al que se tiene para los enlaces de 2 puentes. Estos algoritmos están implementados en el programa *Mathematica* y permiten hacer tanto los cálculos numéricos como los diagramas de los enlaces asociados.

**LA DIMENSIÓN 4 Y CONCORDANCIA DE  
NUDOS**  
*JUANITA PINZON CAICEDO, UNIVERSITY OF  
GEORGIA*

La meta principal de la topología geométrica es la clasificación de las variedades según su estructura (topológica, suave, simpléctica, etc.). En dimensión 4 la historia es especial: es la única dimensión en la que una variedad puede admitir un número infinito de estructuras suaves no equivalentes y la única dimensión en la que existen variedades homeomorfas pero no difeomorfas a  $R^4$ . A su vez, la concordancia de nudos es el estudio de los nudos como fronteras de superficies encajadas en espacios de dimensión 4. La diferencia entre estructuras topológicas y estructuras suaves en dimensión 4 está estrechamente relacionada con la concordancia de nudos. En la charla explicaré una faceta de ésta relación.

**DUALIDAD DE STONE Y DUALIDAD DE  
PRIESTLEY: ENCUENTROS Y  
DESENCUENTROS**

*LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COOMBIA*

En esta charla se presentarán dos conocidos métodos para representar topológicamente retículos distributivos acotados. El primero es debido a Marshall Stone (1937) y el segundo a Hilary Priestley (1970). Se explicará la relación que existe entre estas dos dualidades mostrando similitudes y diferencias.

#### 4.2.9 HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS

**ACERCA DE LA NOCIÓN DEL CONTINUO EN  
GROTHENDIECK: EL SUEÑO DE UNA  
-TOPOLOGÍA DE LA FORMAS-  
JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA**

A finales de los años 80 Alexander Grothendieck escribió una serie de manuscritos matemáticos, algunos de los cuales han circulado libremente. Uno de tales manuscritos (que se encuentra temporalmente perdido) trata de una nueva fundamentación para la topología (distinta a los topos y la topología moderada desarrolladas por el propio Grothendieck). Analizando cierta correspondencia de la época hemos podido reconstruir algunos aspectos del "manuscrito perdido" y encontrado que en éste Grothendieck propone una nueva aproximación para estudiar la antigua dicotomía continuo/discreto. En esta charla pretendemos mostrar los resultados de nuestra búsqueda y plantear algunas preguntas de interés para matemáticos, historiadores y filósofos.

**LECCIONES DE JEOMETRÍA ANALÍTICA DE  
LINO DE POMBO EN EL COLEGIO MILITAR DE  
BOGOTÁ (1850)**

*BERTRAND EYCHENNE, LICEO FRANCÉS DE BOGOTÁ*

En 1850, Lino de Pombo (1797-1862) publica las Lecciones de Geometría Analítica, un tratado que corresponde a su curso en el Colegio Militar, una escuela creada en 1848 para formar oficiales del ejército y ingenieros civiles. La publicación de este texto se inscribe en un programa de desarrollo de la enseñanza de las ciencias al nivel superior y de formación de

ingenieros nacionales. Un curso de matemáticas se puede estudiar según varios enfoques : nos trae informaciones sobre su autor, sobre la institución educativa donde se transmite y sobre las nociones matemáticas que aborda. A través del estudio del curso de geometría analítica de Pombo, buscamos por una parte revelar el papel de su autor en la enseñanza de las matemáticas en la Nueva Granada. Por otra parte, el estudio de su contenido y la puesta en evidencia de elementos característicos nos permite entender la reflexión de Pombo sobre el método analítico y el proceso de apropiación de saberes que acompaña la concepción de su curso.

#### 4.2.10 TEORÍA DE NÚMEROS Y COMBINATORIA

##### CÓDIGOS LINEALES EN VARIEDADES PROYECTIVAS SOBRE CAMPOS FINITOS

*FELIPE ZALDÍVAR, DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-I*

La teoría de códigos lineales tiene varias vertientes algebraicas, aritméticas y geométricas. En esta plática se introducen los códigos lineales en un lenguaje algebraico sencillo, mostrando su relación con temas algebraicos tales como la teoría de representaciones de grupos finitos y puntos racionales sobre campos finitos de algunas variedades proyectivas. Usando el lenguaje de la geometría de variedades proyectivas se traslada la noción de código lineal a la de un sistema proyectivo siguiendo las ideas de Tfasman y Vladut. La construcción de códigos lineales usando el conjunto de puntos racionales de variedades proyectivas definidas sobre campos finitos se tratará como un problema de descenso de Galois, de la variedad proyectiva vista sobre una cerradura algebraica del campo finito dado a sus puntos racionales en el espacio proyectivo sobre el campo finito. Se darán ejemplos de códigos construidos usando los puntos racionales de subvariedades algebraicas de la Grassmanniana.

#### 4.2.11 PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

##### MARKOV ADDITIVE PROCESSES

*VICTOR RIVERO, CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS CIMAT - MÉXICO*

The purpose of this talk is to give an overview of the class of stochastic processes called “Markov additive”, which arise in queuing theory, risk theory, mathematical finance, statistical physics, the theory of stable processes, among others. These processes have two coordinates, say  $X$  and  $Y$ , the first describes a spatial displacement, featuring independent increments conditionally on the environment, which is described by  $Y$ , and  $Y$  is a general Markov process. Roughly,  $X$  is a random walk, whose increments have a law that depend on the state of  $Y$ , which evolves in a memoryless way. Furthermore, we will describe the connection of these processes with the class of stable process, via the so called Lamperti transformation, and describe how this connection allows to derive further results on stable and related processes. It is worth pointing out that stable processes play a crucial role in analysis and potential theory.

### **REPRESENTACIÓN ESTOCÁSTICA DE ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES NO-LINEALES**

*DANIEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS CIMAT - MÉXICO*

En esta plática abordaremos la conexión entre ecuaciones diferenciales parciales y procesos estocásticos. Se revisarán resultados clásicos como la relación entre la ecuación del calor y el movimiento Browniano, así como la representación de ecuaciones lineales a través de la fórmula de Feynman-Kac. Las ecuaciones no lineales de Hamilton-Jacobi-Bellman serán analizadas utilizando problemas de optimización de procesos estocásticos controlados. Se proporcionarán varios ejemplos para ilustrar la gran variedad de ecuaciones a las que se puede llegar con este enfoque.

## **4.3 Cursos**

### **4.3.1 ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICOS**

#### **INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PROBLEMAS ABIERTOS**

*JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ*

Durante el cursillo se presentarán los principios físicos y matemáticos involucrados en el problema de los  $n$ -cuerpos, el problema fundamental de la mecánica celeste, y nos centraremos en estudiar los diversos métodos para encontrar soluciones particulares: equilibrios relativos, configuraciones centrales, soluciones homográficas. Durante todas las sesiones se hará énfasis en la descripción de los diversos problemas abiertos que actualmente se trabajan en este campo.

**UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN  
INFINITA: SISTEMA DIFUSIVO  
PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE  
ADITIVO**

*AIDA PATRICIA GONZALEZ NIEVA, UNIVERSIDAD DEL  
CAUCA*

En este cursillo estudiaremos la dinámica de un sistema presa-depredador teniendo en cuenta la difusión de las dos poblaciones y además el efecto Allee. Primero, discutiremos un modelo matemático que consiste en dos ecuaciones diferenciales parciales difusivas y explicaremos algunos aspectos relacionados con las hipótesis y consideraciones ecológicas del modelo. Después, presentaremos la teoría de linealización para sistemas dinámicos en ecuaciones diferenciales ordinarias, Teorema de Hartman- Grobman y estabilidad para sistemas planares. Finalizaremos, mostrando un resultado de estabilidad global del estado de equilibrio de coexistencia para el sistema de dimensión infinita, ecuaciones diferenciales parciales difusivas, discutido al comienzo, usando la función de Lyapunov pero para el problema con difusión que se encuentra en el artículo Dynamics of a diffusive predator-prey model with additive Allee effect.

#### 4.3.2 ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

**LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA  
EDUCACIÓN BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!**  
*BERNARDO RECAMÁN SANTOS, LICEO JUAN RAMÓN  
JIMÉNEZ; UNIVERSIDAD DE LOS ANDES;  
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA*

El ponente, autor del libro "Los números, una historia para contar" (Taurus 2002, Colombia aprendiendo 2016), mostrará cómo la historia de la

matemática puede ser una magnífica forma de motivar a los estudiantes en el estudio de las matemáticas y la mejor manera de integrar esta disciplina con las demás disciplinas de la educación básica. Haremos un rápido recorrido histórica de la matemática a través de algunos de sus más célebres problemas y de quienes se enfrentaron a ellos.

**ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS**  
*LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

En este cursillo se propone estudiar la noción de adjunción en conjuntos ordenados y presentar numerosos ejemplos en los que esta noción aparece naturalmente. Además se mostrarán algunas aplicaciones donde se utiliza esta adjunción como herramienta para demostrar conocidos teoremas de manera bastante sencilla.

Sesión 1: Conjuntos ordenados y funciones isótonas. Cotas superiores e inferiores, extremo superior y extremo inferior.

Sesión 2: Funciones adjuntas y conexiones de Galois. Caracterización y propiedades fundamentales. Primeros ejemplos.

Sesión 3: Aplicaciones. Teoremas de correspondencia (para grupos, para anillos, para otras estructuras algebraicas). Topologías iniciales y finales. Teoría de Galois.

### 4.3.3 MATEMÁTICAS APLICADAS

**MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO  
CONCEPTO, DISEÑO Y DESARROLLO DE  
BIOBRICKS EN BIOLOGIA SINTETICA**  
*JUAN CARLOS RIVEROS MEDINA, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE BOGOTÁ -  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y  
AMBIENTAL*

*EDGAR BABATIVA GÓMEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA - SEDE BOGOTÁ - DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECATRÓNICA*

La biología sintética es una disciplina de ingeniería apoyada en la comprensión mecanicista de la biología molecular para programar microorganismos y que desarrollen nuevas funciones. Para que tal manipulación

sea predecible en una célula se requiere que el modelado matemático y las técnicas experimentales trabajen en conjunto. El componente de modelado permite diseñar circuitos biológicos y analizar su comportamiento. El componente experimental combina los modelos diseñados con sistemas reales proporcionando datos cuantitativos y conjuntos de Biobricks (ladrillos biológicos) que se pueden utilizar para construir circuitos biológicos complejos. Existen en el mundo ejemplos suficientes en el uso combinado de modelos y métodos experimentales que han sido exitosos, y que refuerzan la idea de utilizar microbios artificiales como plataforma tecnológica. La Biología Sintética es una nueva disciplina científica donde los modelos matemáticos sirven de vínculo entre el concepto y la realización de un circuito biológico. En el cursillo se mostrarán los conceptos y metodologías de modelado matemático más relevantes para la biología sintética, incluyendo los supuestos que subyacen al modelo, los tipos de marcos de modelización (deterministas y estocásticos) y la importancia de la estimación y optimización de parámetros en el modelado. Adicionalmente se expondrán técnicas matemáticas utilizadas para analizar un modelo como análisis de sensibilidad y análisis de bifurcación, que permiten la identificación de las condiciones que hacen que un circuito biológico sintético se comporte de una manera deseada. Respecto de los modelos matemáticos de los sistemas biológicos, estos pueden clasificarse en dos tipos principales: determinista y estocástico. El determinista emula un sistema real con ecuaciones analíticas (generalmente ODEs o PDEs, ecuaciones diferenciales ordinarias o parciales) que incluyen parámetros numéricos. Estas ecuaciones suelen ser los equilibrios de masa en las especies celulares, y el estado del sistema predicho por este modelo es reproducible. Por el contrario, un modelo estocástico trata de representar un sistema real con partículas o especies que interactúan aleatoriamente. La velocidad de cada reacción entre las especies sigue una ecuación probabilística, el tiempo entre las reacciones también puede variar. Los modelos estocásticos suelen incorporar las fluctuaciones y el ruido inherentes a los sistemas biológicos reales y examinar el efecto del ruido sobre la dinámica del sistema. Es importante resaltar que el propósito de los modelos matemáticos es discernir qué partes y conexiones de un sistema son significativas, desentrañar nuevas estrategias o, a veces, corregir lo que convencionalmente se acepta como verdadero. Para ilustrar se presentarán tres estudios de caso: un oscilador metabólico, un contador sintético y una red reguladora genética del tipo down-up abajo hacia arriba, los anteriores circuitos biológicos han incorporado el modelado matemático como un componente central del diseño, que los alejan del esquema tradicional de ensayo y error de la biotecnología tradicional. Finalmente, como conclusión se puede anticipar que a medida que los avances experimentales en la biología sintética produzcan circuitos de biobricks cada vez más complejos, el modelado matemático desempeñará una función cada vez más importante como puente entre el concepto y la realización.

## OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE

*MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA*

Las Máquinas de Vectores de Soporte son técnicas muy populares de aprendizaje supervisado que permiten clasificar objetos. Sus aplicaciones son numerosas y variadas, van desde la clasificación de imágenes y textos hasta el apoyo en diagnósticos médicos, por lo cual se han convertido en temas de gran interés dentro de la Matemática Aplicada. Su uso se basa en el planteamiento y resolución de un problema de optimización cuadrático convexo de gran tamaño. En este cursillo se introducirá al tema de Máquinas de Vectores de Soporte (MVS) y se derivarán los problemas de optimización que surgen en este contexto, así como las condiciones de optimalidad asociadas. Se comenzará el cursillo con el estudio de los problemas de optimización cuadráticos convexos generales y se probarán propiedades relevantes que luego serán traducidas y usadas para MVS, y para algunos de los métodos de resolución eficientes que han sido propuestos en la literatura.

### 4.3.4 GEOMETRÍA

## UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ESPEJO

*JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

La idea de este cursillo es presentar una breve introducción a la idea de simetría de espejo. Simetría de espejo es un área bastante activa de investigación matemática que surgió hace más de veinte años atrás en Física. Originalmente el "fenómeno de simetría de espejo" fue conjeturado para variedades de Calabi-Yau, pero posteriormente fue extendido para variedades de tipo más general, por ejemplo, variedades Fano. La idea del cursillo es empezar discutiendo el ejemplo clásico del Calabi-Yau quintic 3-fold e introducir las variantes homológica (simetría de espejo homológica) y conjetura SYZ para variedades no necesariamente de tipo Calabi-Yau. Se finalizará con la discusión de algunos problemas abiertos y tendencias actuales de investigación en el área.

## GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE LIE

*JORGE PLAZAS Y NICOLÁS MARTÍNEZ, PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD JAVERIANA  
NICOLÁS MARTÍNEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

La geometría no conmutativa es un campo interdisciplinario de rápido crecimiento. A partir de sus raíces originales en la teoría de álgebras de operadores, la teoría del índice, y la mecánica cuántica, la geometría no conmutativa ha hecho importantes incursiones en distintas áreas de la matemática moderna. Por otro lado, las dos últimas décadas, la teoría de grupoides topológicos y de Lie, se ha prestado como marco teórico natural en diversos campos de la matemática actual tales como geometría diferencial, geometría compleja generalizada, flujos geométricos, sistemas diferenciales, topología, y cuantización geométrica. A pesar de sus orígenes y motivaciones diferentes, estas dos áreas interactúan por medio las álgebras  $C^*$  asociadas a grupos y grupoides respectivamente. En esta interacción se obtienen dos aplicaciones entre categorías particulares y relevantes en ambas teorías. Dichas aplicación son llamadas aplicación de Connes y aplicación de Weinstein (en honor a los dos exponentes principales de cada teoría). El objetivo general de este cursillo es presentar el lenguaje geométrico básico de estas dos áreas el cual permitirá definir las aplicaciones de Connes y de Weinstein. Durante el desarrollo del cursillo se mencionaran otras teorías de la matemática en las cuales la geometría no conmutativa y la teoría de grupoides han incursionado. Al plan del cursillo de 4 sesiones es el siguiente: Sesión 1: Grupoides. Definición y ejemplos. Los casos de grupoides topológicos y diferenciables. Sesión 2: Geometría no conmutativa. Definiciones básicas y ejemplos. Álgebras  $C^*$  para grupos Sesión 3: Grupos y algebras de Lie. Grupoides y algebroides de Lie. Álgebras  $C^*$  para grupoides. Sesión 4: Las aplicación de Connes y la aplicación de Weinstein

## INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES DIFERENCIABLES Y COMPLEJAS

*DANIEL MAYA DUQUE, CINVESTAV  
JOAQUÍN MAYA DUQUE, CINVESTAV*

La idea es dar un introducción a la geometría de supervariedades en un minicurso de tres sesiones con los siguientes contenidos.

La primera sesión estaría destinada a introducir el lenguaje necesario y los conceptos básicos en supermatemáticas como variedades, haces vectoriales, haces y cohomología de haces, entre otros. Posteriormente se daría una breve motivación histórica para el estudio de supervariedades.

En la segunda sesión se introducirían los conceptos de superespacios y superálgebras, las reglas de signos, la definición de supervariedades, algo de geometría diferencial en supervariedades y muchos ejemplos.

En la tercera sesión se trataría la relación entre supervariedades y haces vectoriales. Introduciríamos la clase de superpervariedades que se escinden y expondríamos algo de las obstrucciones para que esto ocurra en el caso holomorfo. Cualquier inquietud, acción adicional o comentarios, no duden en escribirme que con mucho gusto estaré dispuesto a responder.

### 4.3.5 TOPOLOGÍA

**PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA**  
*JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ PUENTES, UNIVERSIDAD  
 NACIONAL DE COLOMBIA*  
*GIL ALBERTO DONADO NÚÑEZ, UNIVERSIDAD  
 PEDAGÓGICA NACIONAL*  
*JORGE ADELMO HERNÁNDEZ PARDO, UNIVERSIDAD  
 DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS*

En el trabajo de las matemáticas es frecuente enfrentar problemas cuya solución se busca o bien en el interior del universo donde se ubica el problema o bien por fuera del mismo. En general estos hechos conducen a pensar en optimizar los universos o en mejorar los objetos de trabajo. Para citar algunos ejemplos en categorías, universos de nuestro interés, al considerar la categoría de los espacios completamente regulares se observa que sus espacios se pueden compactar de manera óptima, optimización que se obtiene por medio del funtor “Compactado de Stone ?ech”. A un espacio pseudométrico se le puede asociar el mejor espacio métrico y a su vez a todo espacio métrico se le puede asociar un espacio métrico completo. En un contexto algebraico, a todo grupo se le puede asociar el mejor grupo abeliano contenido en él. Y finalmente a un prehaz de conjuntos definido sobre los abiertos de un espacio topológico se le puede asociar el mejor haz. Estas ideas se cristalizan en categorías para llegar a las nociones de subcategoría reflexiva y correlexiva, que expresan nociones de mejoramiento y densidad. Para citar algunos ejemplos alrededor de estos conceptos, al tratar de buscar una subcategoría de Top que sea cartesiana cerrada, esto es que tenga estructura natural para los exponentes, como la categoría de

los conjuntos, se llega a que la categoría de los espacios secuenciales es una subcategoría reflexiva de Top que resuelve el problema por dentro, pero también el problema se resuelve por fuera de Top, y lo resuelven entre otros la categoría de los espacios Pretopológicos. Ahora bien, muchos de los conceptos de la teoría de topos son motivados desde la topología, los primeros topos en el tiempo fueron los topos de Grothendieck, que son en el fondo categorías de haces, estos universos amplían la visión de espacio y pueden considerarse espacios generalizados, al respecto la categoría de los prehaces de conjuntos definidos sobre los abiertos de un espacio topológico son una subcategoría reflexiva de la categoría de los haces. Las nociones de reflexividad y correxividad, objeto de nuestro trabajo, se revisarán en este cursillo entre otros en el álgebra, la topología, la topología categórica y en la teoría de haces.

## 4.4 Conferencias Contribuidas 20MIN

### 4.4.1 ÁLGEBRA

#### UNIVERSAL DEFORMATION RINGS FOR COMPLEXES OVER FINITE-DIMENSIONAL ALGEBRAS

*JOSE A. VELEZ-MARULANDA, VALDOSTA STATE  
UNIVERSITY*

Let  $\Lambda$  be a finite dimensional algebra over a field  $k$  of arbitrary characteristic. In this talk we prove that if  $V^\bullet$  is an object in the bounded derived category of  $\Lambda$  such that all its terms are (maximal) Cohen-Macaulay  $\Lambda$ -modules and its endomorphism ring as an object of the singular category of  $\Lambda$  is trivial, then  $V^\bullet$  has an universal deformation ring  $R(\Lambda, V^\bullet)$ , which is a local complete commutative and Noetherian  $k$ -algebra with residue field also equal to  $k$ .

#### EL PROBLEMA DE CLASIFICACIÓN DE LA P-ÁLGEBRAS DE LIE SIMPLES.

*CARLOS RAFAEL PAYARES GUEVARA.,  
ALEXANDRE GRICHKOV, UNIVERSIDAD DE SAO  
PAULO-BRASIL (IME-USP)*

El problema de Clasificación de las  $p$ -álgebras de Lie simples de dimension finita sobre un cuerpo algebraicamente cerrado de característica prima  $p \in \{2, 3\}$  (en particular de las  $p$ -álgebras de Lie simples) fue totalmente resuelto en el 2008 por H. Strade, A. Premet, R. Wilson y R. Block. Para  $p \in \{2, 3\}$  hoy en día es un problema abierto. En esta charla abordará el problema de clasificación de las  $p$ -álgebras de Lie simples sobre un cuerpo algebraicamente cerrado de característica 2 y de las  $2$ -álgebras de Lie simples.

**UNA NUEVA FAMILIA INFINITA DE DIGRAFOS  
FUERTEMENTE REGULARES CON GRUPOS DE  
AUTOMORFISMOS SEMIRREGULARES.**

*JUAN MANUEL MONTOYA, UNIVERSIDAD DE  
PAMPLONA*

Tomando como base principal de esta charla el artículo titulado "Partial sum quadruples and bi-Abelian digraphs" escrito por los autores Araluze, Kovács, Kutnar, Martínez y Marusic, trabajamos un tipo de grafo dirigido fuertemente regular, el cual posee grupos de automor

fismos semirregulares. Dichos grafos los obtenemos a partir de cuádruplas de sumas parciales sobre grupos cíclicos con dos órbitas. El objetivo principal de la charla es dar una construcción de cuádruplas de sumas parciales sobre grupos cíclicos de orden  $4p+2$ , siendo  $p$  un número entero, ya que los autores del artículo citado anteriormente solamente pudieron encontrar cuádruplas de sumas parciales sobre grupos cíclicos de orden 6, 10 y 14.

**PBW BASES FOR SOME 3-DIMENSIONAL SKEW  
POLYNOMIAL ALGEBRAS**

*ARMANDO REYES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ  
HÉCTOR SUÁREZ, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y  
TECNOLÓGICA DE COLOMBIA, SEDE TUNJA*

In this talk we establish necessary and sufficient algorithmic conditions to guarantee that an algebra is actually a 3-dimensional skew polynomial algebra in the sense of Bell and Smith.

**ANILLOS EPSILON FUERTEMENTE  
GRADUADOS**

*HECTOR PINEDO TAPIA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL  
DE SANTANDER*

*JOHAN OINERT, BLEKINGE INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY*

*PATRIK NYSTEDT, UNIVERSITY WEST*

Introducimos la clase de los anillos epsilon fuertemente graduados, veremos que esta contiene propiamente a las clases de los anillos graduados y las de los productos cruzados por acciones parciales unitarias. Determinaremos cuando los anillos epsilon fuertemente graduados son separables sobre su componente principal, generalizando así simultáneamente este resultado conocido para álgebras fuertemente graduadas y productos cruzados parciales.

**Quantum subgroups of simple twisted quantum  
groups at roots of one**

*JAVIER GUTIÉRREZ, CONICET UNLP ARG - UNAL  
BOGOTÁ*

In the talk, we present a contribution to the Hopf algebras classification problem over a closed algebraic field of characteristic zero. Andruskiewitsch y García classified all quantum subgroups of the non twisted case, we show a generalization of this one. In particular, all quantum subgroups of the twisted quantum group defined by Costantini and Varagnolo were classified. Also, we show new Hopf algebra examples in two ways, those that appear as a 2-cocycle deformation of the non twisted case and those that no necessarily. This talk is based in the paper the same title of this talk, it was made with Gastón Andrés García available [arxiv.org/abs/1601.00897](https://arxiv.org/abs/1601.00897).

**CALABI-YAU PROPERTY FOR GRADED SKEW  
PBW EXTENSIONS**

*HÉCTOR JULIO SUÁREZ SUÁREZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL, BOGOTÁ - UPTC, TUNJA*

Graded skew PBW extensions were defined as a generalization of graded iterated Ore extensions. In this talk we present the Artin-Schelter regularity and the (skew) Calabi-Yau condition for graded skew PBW extensions. We prove that every graded quasi-commutative skew PBW extension of an Artin-Schelter regular algebra is an Artin-Schelter regular algebra and, more general, graded skew PBW extensions of a finitely generated connected Auslander-regular algebra, are Artin-Schelter regular algebras. As a consequence, every graded quasi-commutative skew PBW extension of a finitely generated connected skew Calabi-Yau algebra is skew Calabi-Yau, and graded skew PBW extensions of a finitely generated connected Auslander-regular algebra are skew Calabi-Yau.

### PANOV'S THEOREM ON ITERATED HOPF ORE EXTENSIONS

*FABIO CALDERÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ*

An Ore extension  $A = R[x; \sigma, \delta]$  is said to be a Hopf Ore extension (HOE) if  $A$  is a Hopf algebra,  $R$  is a Hopf subalgebra of  $A$  and the relation  $\Delta(x) = x \otimes r_1 + r_2 \otimes x$  holds for some  $r_1, r_2 \in R$ . Panov's Theorem (2003) gives necessary and sufficient conditions for an Ore extension to be a HOE. Furthermore, recent work of Wang (2013) had generalized this Theorem relaxing the relation given above; and Brown et al. (2014) extended it to iterated Hopf Ore extensions (IHOE), that is, a Hopf algebra  $H$  containing a chain of Hopf subalgebras  $F = H_{(0)} \subseteq \cdots \subseteq H_{(i)} \subseteq H_{(i+1)} \subseteq \cdots \subseteq H_{(n)} = H$  with each of the extensions  $H_{(i+1)} := H_{(i)}[x_{i+1}, \sigma_{i+1}, \delta_{i+1}]$  being a HOE. In this talk we will give a review on those results, some examples and a brief discussion of analogues in a more general class of non-commutative rings.

### COMPUTATIONAL PROOF OF QUILLEN-SUSLIN THEOREM FOR ORE EXTENSIONS

*WILLIAM FAJARDO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

*OSWALDO LEZAMA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

In this short talk we prove that if  $K$  is a field and  $A := K[x; \sigma, \delta]$  is an Ore extension, with  $\sigma$  bijective, then every finitely generated projective

$A$ -module is free. The proof is constructive and we will show an algorithm that computes the basis of a given projective module. The algorithm has been implemented in a computational package, and some illustrative examples will be presented using this new experimental software. *Key words*

*and phrases.* Projective modules, Ore extensions, non commutative computational algebra. 2010 *Mathematics Subject Classification.* Primary:

16Z05. Secondary: 16D40, 15A21.

## SOME DERIVED CATEGORIES RELATED WITH QUANTUM GROUPS

*JUAN CAMILO ARIAS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Let  $g$  be a simple Lie algebra over  $C$  and let  $U_q$  denote its quantum enveloping algebra with divided powers. In the category of finite dimensional  $U_q$ -modules we define tilting modules as modules which have a Weyl filtration and a good filtration. They form a Krull-Schmidt category closed under tensor products and duals, denote it by  $\mathcal{T}$ . This category of tilting modules has a remarkable quotient category,  $\mathcal{F}$ , which is a fusion category and can produce invariants of 3-manifolds. In this talk, using the well known fact that the bounded derived category of finite dimensional modules over  $U_q$  is equivalent to the bounded homotopy category of  $\mathcal{T}$ , we give an analogous construction of the fusion category in the derived level, we show that it is not semi-simple anymore and we present a characterization of it.

## BAER AND ARMENDARIZ PROPERTIES OVER SKEW POINCARÉ-BIRKHOFF-WITT EXTENSIONS

*DIEGO ARTURO NIÑO TORRES*

In this talk we present a notion of Armendariz ring for skew Poincaré-Birkhoff-Witt extensions. We proceed with the study on the relationship between the ring theoretical properties of being Baer, quasi-Baer, p.p. and p.q.-Baer of a ring  $R$  and a skew PBW extension  $A$  over  $R$ .

**ÁLGEBRAS DE GRUPO SEMIPRIMAS E  
INVOLUCIONES ORIENTADAS**  
ALEXANDER HOLGUÍN-VILLA, UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS  
JOHN H. CASTILLO GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE  
NARIÑO - UDENAR

Sea  $R$  un anillo. Un subconjunto  $H$  del grupo de las unidades  $U(R)$  satisface una identidad de grupo (por brevedad,  $H \in IG$ ), si existe una palabra no-trivial reducida  $w(x_1, x_2, \dots, x_n)$  en el grupo libre generado por  $\langle x_1, x_2, \dots \rangle$  tal que  $w(u_1, u_2, \dots, u_n) = 1$  para todos  $u_i \in H$ . Cuando se considera una involución  $*$  sobre el álgebra de grupo  $FG$ , es posible mostrar que algunos subconjuntos especiales del grupo de las unidades  $U(FG)$ , contruídos con esta involución y satisfaciendo una  $IG$  determinan la estructura del álgebra completa  $\hat{FG}$ . Presentamos en esta *Comunicación* algunos nuevos resultados acerca de álgebras de grupos semiprimas de grupos torsión tales que  $U^+(FG) \in IG$  con respecto a la *involución clásica orientada*, resultados que dan continuidad a trabajos previos en el área.

**Bibliografía**

J. H. Castillo and A. Holguín-Villa, *Oriented group involutions in group algebras: a survey*. São Paulo J. Math. Sci. **10** (2016):228-247.

J. H. Castillo Gómez and C. Polcino Miliesi **ANÁLISIS DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE LA BROCA DEL CAFÉ HYPOTHENEMUS HAMPEI (FERRARI) CON CONTROL BIOLÓGICO MEDIANTE DEPREDACIÓN POR HYMENOPTERAS ( SOLENOPTERAS Y CREMATOGASTER )**

**2779 - JUAN DIEGO ROJAS ZAMBRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
APROXIMACIÓN DE SEGUNDO ORDEN PARA EL MÉTODO REDUCCIÓN DE TIPO POR CENTROIDE + DEFUSIFICACIÓN**

**2900 - CARLOS ANDRÉS TRUJILLO SALAZAR, UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO - UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE MANIZALES  
MODELADO MATEMÁTICO DEL CICLO BIOLÓGICO DE LA BROCA DEL CAFÉ**

**2689 - EDGAR AUGUSTO TRILLERAS MOTTA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ  
APROXIMACIÓN A LA VALORACIÓN DE UN DERIVADO FINANCIERO DE LA TASA SWAP EN UN MODELO DE**

**DOS FACTORES, EL  $G_{2++}$**

**2902 - ALBERTO CASTELLANOS-BETANCUR, UNIVERSIDAD DEL QUINDIO  
UTILIZACIÓN DE UNA RED COMPLEJA PARA EL ANÁLISIS DE LA DINÁMICA POBLACIONAL DE LA BROCA DEL CAFÉ**

**2654 - ALEXANDER GARZÓN MAYORGA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FENOMENOLOGÍA DE LOS TOPOS ÉTALES**

**11:00-11:50 SEMIPLEANARIAS**

**3054 - JAMES JIM ZHANG, Universidad de Washington  
ADE DYNKIN DIAGRAMS IN ALGEBRA, GEOMETRY AND BEYOND  
Edificio 404 Salón 200**

**3062 - PEDRO GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FORMACIÓN DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA Y MEDIA: LA PREOCUPACIÓN POR LA PRÁCTICA DOCENTE  
Edificio 453 Auditorio C**

**653 - ALBERTO MEDINA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
A NEW CHARACTERIZATION OF FLAT AFFINE MANIFOLDS  
Edificio 453 Auditorio B**

**3046 - VICTOR RIVERO, Centro de Investigación en Matemáticas CIMAT - México  
MARKOV ADDITIVE PROCESSES  
Edificio 453 Auditorio A**

**12:00-12:30 CHARLAS CORTAS**

**2727 - DIEGO ARTURO NIÑO TORRES  
BAER AND ARMENDARIZ PROPERTIES OVER SKEW POINCARÉ-BIRKHOFF-WITT EXTENSIONS  
Edificio 404 Salón 204**

1972 - JUAN CAMILO ARIAS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
SOME DERIVED CATEGORIES RELATED WITH QUANTUM GROUPS  
Edificio 404 Salón 201

2747 - JUAN CARLOS LÓPEZ  
OTRA MIRADA A LAS SERIES PARA  $FRAC1PI$  Y  $FRAC1PI^2$   
Edificio 405 Salón 311

1790 - IVONNE RIVAS TRIVIÑO, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
PROBLEMAS DE ESTABILIZACIÓN POR MEDIO DE LEYES DE RETROALIMENTACIÓN A TRAVÉS DEL TIEMPO  
Edificio 405 Salón 312

1694 - EDIXON M. ROJAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ  
PROBLEMAS DE FRONTERA Y ECUACIONES SINGULARES INTEGRALES EN ESPACIOS DE BANACH DE FUNCIONES MEDIBLE  
Edificio 405 Salón 313

2717 - H. M. SÁNCHEZ, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
ON THE INTERSECTION OF HOMOCLINIC CLASSES IN INTRANSITIVE SECTIONAL-ANOSOV FLOWS  
Edificio 404 Salón 212

613 - ÉLDER JESÚS VILLAMIZAR ROA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ON THE ATTRACTION-REPULSION CHEMOTAXIS-FLUID WITH LOGISTIC SOURCE  
Edificio 404 Salón 200B

345 - EDDYE BUSTAMANTE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
LA ECUACIÓN DE OSTROVSKY EN ESPACIOS DE SOBOLEV CON PESO  
Edificio 404 Salón 200A

595 - YIRA MARBALIS ORTIZ MEDINA, SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA - TECNOACADEMIA ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN ENTORNOS TECNOLÓGICOS

Edificio 405 Salón 216

**2714 - ZULEIMA CARDONA MARTÍNEZ**  
**IDENTIFICACIÓN Y DISMINUCIÓN DE LAS DIFICULTADES**  
**DE LOS ESTUDIANTES EN LA TRANSICIÓN COLEGIO**  
**UNIVERSIDAD DESDE EL ANÁLISIS DE LAS COMPETEN-**  
**CIAS EXIGIDAS**

Edificio 405 Salón 215

**554 - CARLOS RAMIREZ, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA**  
**DE PEREIRA**  
**IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS ACADÉMICAS QUE**  
**PERMITEN DISMINUIR EL PORCENTAJE DE PÉRDIDA**  
**DE LAS MATEMÁTICAS**

Edificio 405 Salón 203

**2617 - EDWIN SMITH RIVERA FERNADEZ, UNIVERSI-**  
**DAD POPULAR DEL CESAR**  
**ECUACIONES DE PRIMER GRADO EN EL MARCO DE LA**  
**ENSEÑANZA PARA LA COMPRESIÓN**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 109

**2731 - ERWIN SUAZO**  
**BLOW-UP RESULTS AND SOLITON SOLUTIONS FOR A**  
**GENERALIZED VARIABLE COEFFICIENT NONLINEAR SCHR**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

**2849 - CAROLINA MEJÍA MORENO, UNIVERSIDAD DIS-**  
**TRITAL**  
**REPARTICIÓN DE SECRETOS LINEAL Y EL MÉTODO DE**  
**LA INFORMACIÓN COMÚN**

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

**1661 - YOE ALEXANDER HERRERA JARAMILLO, UNI-**  
**VERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**  
**NÚMEROS DE INTERSECCIONES DE ARCOS GEODÉSICOS**

Edificio 404 Salón 202

**1715 - IBETH MARCELA RUBIO PERILLA, UNIVERSIDAD**  
**NACIONAL DE COLOMBIA**  
**ESPACIOS CERCANAMENTE ESPECTRALES**

Edificio 404 Salón 208

**2619 - HELBERT E. VELILLA JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**  
**FORMAS DE MATEMATIZACIÓN DE LA FILOSOFÍA NATURAL: PRÁCTICAS Y OBJETOS EN EL CONTEXTO GALILEANO**  
 Edificio 405 Salón 214

**649 - JUAN GABRIEL TRIANA LAVERDE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**UNA GENERALIZACIÓN DE LOS NÚMEROS DE EULER MEDIANTE GRAMÁTICAS INDEPENDIENTES DEL CONTEXTO**  
 Edificio 404 Salón 214

**1949 - LILIANA BLANCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**STRUCTURED STOCHASTIC MODELING OF EPIDEMICS**  
 Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

## **4.5 JUEVES**

### **7:30-8:50 CURSILLOS**

**1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ**  
**INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PROBLEMAS ABIERTOS**  
 Edificio 404 Salón 202

**516 - AIDA PATRICIA GONZALEZ NIEVA, UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN INFINITA: SISTEMA DIFUSIVO PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE ADITIVO**  
 Edificio 404 Salón 203

**292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS**  
 Edificio 404 Salón 200B

**262 - BERNARDO RECAMÁN SANTOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA;**

LICEO JUAN RAMÓN JIMÉNEZ  
 LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN  
 BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!  
 Edificio 404 Salón 200A

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVER-  
 SIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
 UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ES-  
 PEJO  
 Edificio 404 Salón 204

557 - JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ PUENTES, UNI-  
 VERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
 PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA  
 Edificio 404 Salón 210

2517 - JUAN CARLOS RIVEROS MEDINA, UNIVERSI-  
 DAD NACIONAL DE COLOMBIA  
 MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO CONCEPTO,  
 DISEÑO Y DESARROLLO DE BIOBRICKS EN BIOLO-  
 GÍA SINTÉTICA  
 Edificio 404 Salón 212

2082 - MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD MIL-  
 ITAR NUEVA GRANADA  
 OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SO-  
 PORTE  
 Edificio 404 Salón 200

2894 - DANIEL MAYA DUQUE  
 INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES DIFERENCIA-  
 BLES Y COMPLEJAS  
 Edificio 404 Salón 208

2642 - JORGE PLAZAS Y NICOLÁS MARTÍNEZ  
 GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE  
 LIE  
 Edificio 404 Salón 206

09:00-10:00 Localidad y renormalización; el caso de las funciones zeta  
 cónicas y arboríferas (Auditorio León de Greiff)  
 Sylvie Paycha, Universidad de Potsdam, Alemania

10:10-10:50 REFRIGERIO

11:00-12:00 Dos visiones de las Matemáticas contemporáneas: las Matemáticas  
 Formales y las Matemáticas Modelo-Teóricas (Auditorio

León de Greiff)  
Carlos Eduardo Vasco, Profesor Emérito y Doctor Honoris  
Causa de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá

12:00-14:00 ALMUERZO

14:00-14:50 SEMIPLLENARIAS

2758 - MIGUEL A. ALEJO  
NONLINEAR STABILITY OF GARDNER BREATHERS  
Edificio 453 Auditorio A

276 - MARGARITA MARÍA TORO VILLEGAS, UNIVER-  
SIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-SEDE MEDELLÍN  
FORMAS DE SCHUBERT Y CONWAY PARA DIAGRA-  
MAS DE ENLACES DE TRES PUENTES  
Edificio 453 Auditorio B

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVER-  
SIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
ACERCA DE LA NOCIÓN DEL CONTINUO EN GROTHENDIECK:  
EL SUEÑO DE UNA TOPOLOGÍA DE LA FORMAS  
Edificio 453 Auditorio C

15:00-15:30 CHARLAS CORTAS

1787 - ALEXANDER HOLGUÍN-VILLA, UIS - UNIVER-  
SIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ÁLGEBRAS DE GRUPO SEMIPRIMAS E INVOLUCIONES  
ORIENTADAS  
Edificio 404 Salón 201

359 - JOSÉ GREGORIO RODRÍGUEZ NIETO, UNIVER-  
SIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
ON BAUMSLAG-SOLITAR GROUPS  
Edificio 404 Salón 204

2822 - GERARDO A. CHACÓN  
ESPACIOS DE FOCK CON EXPONENTE VARIABLE  
Edificio 405 Salón 311

672 - JUAN C. CORDERO C., UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA- SEDE MANIZALES

ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF THE SCHRÖDINGER-DEBYE SYSTEM WITH REFRACTIVE INDEX OF SQUARE WAVE AMPLITUDE

Edificio 405 Salón 312

1584 - VICTOR VARGAS

EXISTENCIA DE ESTADOS DE EQUILIBRIO Y LÍMITES EN TEMPERATURA CERO EN SUBSHIFTS DE MARKOV TOPOLOGICAMENTE TRANSITIVOS

Edificio 404 Salón 212

381 - CARLOS BANQUET, UNIVERSIDAD DE CORDOBA, MONTERIA, COLOMBIA

SOLUTIONS IN BESSEL-POTENTIAL SPACES FOR WAVE EQUATIONS WITH NONLINEAR DAMPING

Edificio 404 Salón 200A

732 - GERMAN FABIAN ESCOBAR FIESCO, UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

ON THE DYNAMICS OF PERIODIC ORBITS OF FINITE ORDER FOR A PARTICULAR HOMEOMORPHISM OF THE TORUS

Edificio 404 Salón 200B

420 - ERICA ALEXANDRA CORREA PÉREZ, INSTITUCION UNIVERSITARIA DE ENVIGADO

FACTORES ACADÉMICOS QUE INFLUYEN EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS ESTUDIANTES EN LA PRUEBA SABER PRO EN EL MÓDULO RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

Edificio 405 Salón 216

2702 - MEIRA LUZ ARIAS TARCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS USANDO ELEMENTOS Y PROPIEDADES DE LOS CUADRILÁTEROS

Edificio 405 Salón 215

1017 - JAIME ANDRÉS ROBAYO MESA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ACERCAMIENTO A LA NOCIÓN DE HAZ EN TEORÍA HOMOTÓPICA DE TIPOS

Edificio 405 Salón 203

1802 - LINDA POLETH MONTIEL BURITICA, UNIVER-

**SIDAD DEL QUINDÍO  
ANÁLISIS DE UN MODELO PARA LA TRANSMISIÓN  
VERTICAL DEL AEDES AEGYPTI DE UN SEROTIPO  
DEL VIRUS DEL DENGUE  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 113**

**2639 - RICARDO CANO MACIAS, UNIVERSIDAD DE  
LA SABANA  
UN MÉTODO ITERATIVO PARA LA EXISTENCIA Y  
UNICIDAD DE LA SOLUCIÓN DÉBIL DE UN MODELO  
NO LINEAL DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 111**

**2726 - JASON HERNÁNDEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA  
FUNDAMENTAL THEOREM OF TROPICAL GEOME-  
TRY  
Edificio 404 Salón 202**

**2813 - MILLER MAURICIO CALEÑO CALEÑO, UNI-  
VERSIDAD MINUTO DE DIOS  
ESTUDIO DE ALGUNAS NOCIONES TOPOLOGICAS  
EN M-ESPACIOS  
Edificio 404 Salón 208**

**201 - CARLOS ALBERTO TRUJILLO SOLARTE, UNI-  
VERSIDAD DEL CAUCA  
CONSTRUCCIÓN DE CONJUNTOS  $BH[G]$  EN GRUPOS  
PRODUCTO  
Edificio 404 Salón 214**

**2044 - RAFAEL MELENDEZ SURMAY  
ANÁLISIS DE DATOS FUNCIONALES: ESTIMACIÓN  
DE MEDIDAS DE LOCALIZACIÓN, VARIABILIDAD Y  
PRUEBAS DE HIPÓTESIS EN DATOS DE PRECIPITACIÓN  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 115**

**15:40-16:20 REFRIGERIO**

**PRESENTACIÓN WOMEN OF MATHEMATICS - A GALLERY  
OF PORTRAITS  
Biblioteca de Ciencia y Tecnología**

**16:30-17:20 ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DI-  
RECTORES DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS,**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA  
Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.**

**Edificio 453 Salón 103**

**16:30-17-20 SEMIPLEANARIAS**

**315 - CARLOS VÉLEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLIN  
EXISTENCIA Y MULTIPLICIDAD DE SOLUCIONES PARA  
UN PROBLEMA ELÍPTICO SEMILINEAL**

**Edificio 453 Auditorio B**

**789 - CARLOS DI PRISCO, UNIVERSIDAD DE LOS AN-  
DES  
TEORÍA LOCAL DE RAMSEY EN ESPACIOS TOPOLOGÍ-  
COS DE RAMSEY**

**Edificio 453 Auditorio A**

**3030 - HERMANN MENA, UNIVERSIDAD YACHAY TECH  
OPTIMAL CONTROL OF STOCHASTIC PDES: THE-  
ORY, NUMERICAL APPROXIMATION AND APPLICA-  
TIONS**

**Edificio 453 Auditorio C**

**17:30-18:00 CHARLAS CORTAS**

**346 - ISMAEL GUTIERREZ GARCIA, UNIVERSIDAD  
DEL NORTE  
CÓDIGOS DE SUBESPACIOS CUASI-CICLICOS Y GEN-  
ERALIZACIONES**

**Edificio 404 Salón 204**

**2796 - JERSON LEONARDO CARO REYES  
EQUIVALENCIA ARITMÉTICA VÍA REPRESENTACIONES  
DE GALOIS**

**Edificio 404 Salón 201**

**379 - GILBERTO ARENAS DIAZ, UNIVERSIDAD IN-  
DUSTRIAL DE SANTANDER  
A NEW BENJAMIN-ONO TYPE SYSTEM FOR INTER-  
NAL WAVE**

**Edificio 405 Salón 312**

**1526 - MICHAEL ALEXANDER RINCON VILLAMIZAR,  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

**EL TEOREMA DE BANACH STONE PARA ESPACIOS DE FUNCIONES DIFERENCIABLES**

Edificio 405 Salón 311

**2916 - HELMUTH VILLAVICENCIO, INSTITUTO DE MATEMÁTICA Y CIENCIAS AFINES - IMCA  
LA CATEGORÍA DE LAS MEDIDAS EXPANSIVAS SOBRE FLUJOS**

Edificio 404 Salón 212

**278 - EMER DE JESUS LOPERA ARIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MANIZALES  
NONEXISTENCE OF POSITIVE SOLUTIONS FOR A SEMI-POSITONE WEIGHTED SYSTEM IN A BALL**

Edificio 404 Salón 200B

**2938 - JUAN GABRIEL MALAGON GONZALEZ  
UNA COMPARACIÓN ENTRE APRENDIZAJE BASADO EN DESCUBRIMIENTO, APRENDIZAJE BASADO EN ESQUEMAS E INSTRUCCIÓN DIRECTA EN COLEGIOS DE LA ASOCIACIÓN ALIANZA EDUCATIVA**

Edificio 405 Salón 203

**2194 - GUILLERMO LEÓN LÓPEZ FLÓREZ, UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, MEDELLÍN  
LA GESTIÓN ACADÉMICA EN PROCESOS DE ACOMPAÑAMIENTO EN MATEMÁTICAS PARA ESTUDIANTES QUE INICIAN SU PROCESO DE FORMACIÓN EN INGENIERÍAS. CASO DE ESTUDIO. UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA (MEDELLÍN)**

Edificio 405 Salón 216

**2889 - ELMER JOSE RAMIREZ MACHADO  
EL NUEVO ROL DEL MAESTRO EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA**

Edificio 405 Salón 215

**1017 - JAIME ANDRÉS ROBAYO MESA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
IMPLEMENTACIÓN DE LOS GRÁFICOS EXISTENCIALES PIERCEANOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA LÓGICA CLÁSICA; UN ESTUDIO COMPARATIVO**

Edificio 453 Salón 107

**2785 - ELIANA BARRIGA, UNIVERSIDAD DE LOS AN-**

**DES**  
**GRUPOS SEMIALGEBRAICOS SOBRE CAMPOS REAL**  
**CERRADOS**  
Edificio 453 Salón 105

**2903 - PAULO CESAR TINTINAGO RUIZ, UNIVERSI-**  
**DAD DEL QUINDIO**  
**MODELO DE DEPREDACIÓN DEL TIPO LESLIE-GOWER**  
**MODIFICADO**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

**2815 - LUIS FERNANDO MARTINEZ PANTOJA, UNI-**  
**VERISIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**  
**SIMULACIÓN MATEMÁTICA DE FENÓMENOS FÍSICOS**  
**ASOCIADOS CON EL PROCESO DE DESCELULARIZACIÓN**  
**BIOLÓGICA UTILIZANDO SOLUCIÓN DE PDE SOLU-**  
**CIONADAS USANDO ELEMENTOS FINITOS EN COM-**  
**SOL**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

**2729 - ANDRÉS RIAÑO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE**  
**COLOMBIA**  
**AN APPROACH OF SYMPLECTIC GEOMETRY OVER**  
**LIE ALGEBRAS THROUGH QUADRATIC POISSON AL-**  
**GEBRAS**  
Edificio 404 Salón 202

**2675 - GERARDO CORREDOR RINCON, UNIVERSI-**  
**DAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS**  
**TOPOLOGÍAS SOBRE ESPACIOS DE PALABRAS**  
Edificio 404 Salón 208

**796 - FREDDY WILLIAM BUSTOS RENGIFO, UNIVER-**  
**SIDAD DEL CAUCA**  
**UN GENERADOR DE TERNAS CASI PITAGÓRICAS**  
Edificio 404 Salón 214

**2713 - RAFAEL SERRANO**  
**OPTIMAL INVESTMENT IN A MULTI-DIMENSIONAL**  
**SEMI-MARTINGALE MODEL WITH NONLINEAR WEALTH**  
**DYNAMICS**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

**18:00-20:00 CEREMONIA DE PREMIACIÓN**  
Auditorio León de Greiff

## 4.6 VIERNES

### 7:30-8:50 CURSILLOS

1642 - JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PROBLEMAS ABIERTOS  
Edificio 404 Salón 202

516 - AIDA PATRICIA GONZALEZ NIEVA, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN INFINITA: SISTEMA DIFUSIVO PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE ADITIVO  
Edificio 404 Salón 203

292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS  
Edificio 404 Salón 200B

262 - BERNARDO RECAMÁN SANTOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA; LICEO JUAN RAMÓN JIMÉNEZ  
LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!  
Edificio 404 Salón 200A

2648 - JOHN ALEXANDER CRUZ MORALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ESPEJO  
Edificio 404 Salón 204

557 - JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ PUENTES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA  
Edificio 404 Salón 210

2517 - JUAN CARLOS RIVEROS MEDINA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO CONCEPTO,

**DISEÑO Y DESARROLLO DE BIOBRICKS EN BIOLOGIA SINTETICA**

Edificio 404 Salón 212

**2082 - MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
**OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE**  
Edificio 404 Salón 200

**2894 - DANIEL MAYA DUQUE**  
**INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES DIFERENCIABLES Y COMPLEJAS**  
Edificio 404 Salón 208

**2642 - JORGE PLAZAS Y NICOLÁS MARTÍNEZ**  
**GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE LIE**  
Edificio 404 Salón 206

**10:10-10:50 REFRIGERIO**

**11:00-11:50 SEMIPLEANARIAS**

**414 - ALFONSO CASTRO, HARVEY MUDD COLLEGE**  
**DISPARANDO DE SINGULARIDAD A SINGULARIDAD Y UNA ECUACIÓN SEMILINEAL DE TIPO LAPLACE-BELTRAMI**  
Edificio 453 Auditorio A

**3051 - JOUKO VÄÄNÄNEN, Universidad de Helsinki y Universidad de Amsterdam**  
**SOME APPLICATIONS OF TEAM SEMANTICS**  
Edificio 453 Auditorio C

**362 - MIKHAIL MALAKHALTSEV, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**  
**A GENERALIZATION OF THE GAUSS-BONNET-HOPF-POINCARÉ FORMULA FOR BRANCHED SECTIONS**  
Edificio 453 Auditorio B

**11:00-11:50 ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIRECTORES DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.**

Edificio 453 Salón 103

12:00-12:30 CHARLAS CORTAS

2701 - EUDEL CAMARGO C., UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
ALGUNOS MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE CÓDIGOS DE SUBESPACIOS Y CÓDIGOS MATRICIALES  
Edificio 404 Salón 201

599 - JOSÉ OSWALDO LEZAMA SERRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ  
UNIQUENESS OF HILBERT SERIES FOR SKEW PBW ALGEBRAS  
Edificio 404 Salón 204

2582 - RICARDO ARIEL PASTRAN RAMIREZ, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá  
THE IVP FOR A NONLOCAL PERTURBATION OF THE BO EQUATION IN CLASSICAL AND WEIGHTED SOBOLEV SPACES  
Edificio 405 Salón 311

304 - ALEX M. MONTES, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
THE CAUCHY PROBLEM FOR A CLASS OF 1D-BOUSSINESQ SYSTEMS  
Edificio 405 Salón 312

321 - SIGIFREDO HERRÓN OSORIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
ON THE NON-NEWTONIAN FLUIDS WITH CONVECTIVE EFFECTS  
Edificio 404 Salón 212

2875 - PAULA JARAMILLO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN CURSO PARA INTRODUCIR A ESTUDIANTES DE ECONOMÍA EN LA FORMA DE PENSAR DE UN ECONOMISTA: PENSANDO PROBLEMAS  
Edificio 405 Salón 216

**2917 - ALEX SARRIA**  
**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS**  
**EN EL COLEGIO LOS NOGALES**  
Edificio 405 Salón 203

**2930 - SONIA VALBUENA DUARTE, UNIVERSIDAD DEL**  
**ATLÁNTICO**  
**ANÁLISIS AL PERFIL INVESTIGATIVO DE LOS DOCENTES**  
**FORMADORES DE MAESTROS EN FORMACIÓN INICIAL**  
**DE MATEMÁTICAS, Y SU RELACIÓN CON SUS PRÁCTICAS**  
**PEDAGÓGICAS EN EL AULA DE CLASES**  
Edificio 405 Salón 215

**639 - LUZ AMPARO CARRANZA G, UNIVERSIDAD DE SALA-**  
**MANCA**  
**IMPLEMENTACIÓN EN C DE UN DEMOSTRADOR AU-**  
**TOMÁTICO DE TEOREMAS PARA LAS LÓGICAS MODALES**  
**K Y S2 POR EL MÉTODO DE TABLEAUX**  
Edificio 453 Salón 107

**527 - JUAN FELIPE CARMONA, UNIVERSIDAD ANTONIO**  
**NARIÑO**  
**ESTRUCTURAS SUPERSIMPLES CON UN SUBCONJUNTO**  
**INDEPENDIENTE Y DENSO**  
Edificio 453 Salón 105

**1721 - ANDRÉS MAURICIO SALAZAR ROJAS, PONTIFI-**  
**CIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI**  
**PUNTOS CRÍTICOS Y CURVATURA EN PLACAS EMPO-**  
**TRADAS Y APOYADAS**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

**2488 - SHERLY PAOLA ALFONSO SÁNCHEZ**  
**ESTUDIO DE MODELOS DE VOLATILIDAD ESTOCÁSTICA**  
**EN EL MERCADO FX**  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

**2820 - ANDRÉS VARGAS DOMÍNGUEZ, PONTIFICIA UNI-**  
**VERSIDAD JAVERIANA**  
**GEOMETRY OF COMPATIBLE RIEMANNIAN AND POIS-**  
**SON STRUCTURES**  
Edificio 404 Salón 202

2859 - NICOL JENNIFFER CONTRERAS VARGAS, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
OVIMIENTOS DE REIDEMEISTER VISTOS DESDE LA NOTACIÓN MATRICIAL PARA NUDOS  $A_{(2 \times 4 C)}$   
Edificio 404 Salón 208

1924 - JOHN JAIRO LÓPEZ SANTANDER, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
UN PROBLEMA COMBINATORIO SURGIDO EN LOS CONJUNTOS B3  
Edificio 404 Salón 214

2751 - BIVIANA MARCELA SUAREZ SIERRA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
PROCESOS DE POISSON NO HOMOGÉNEOS EN PRESENCIA DE UNO O MÁS PUNTOS DE CAMBIO: UNA APLICACIÓN A LOS DATOS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN BOGOTÁ  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

12:30-14:00 ALMUERZO

14:00-14:50 SEMIPLEANARIAS

547 - JOSÉ MANUEL JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
SOBRE EL DECAIMIENTO DE LAS SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN DE ZAKHAROV-KUZNETSOV EN TRES DIMENSIONES  
Edificio 453 Auditorio A

3053 - JOAN BAGARIA, Universidad de Barcelona e ICREA  
LARGE CARDINALS AS REFLECTION PRINCIPLES. A SURVEY  
Edificio 453 Auditorio B

653 - OMAR SALDARRIAGA, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FLAT AFFINE INVARIANT GEOMETRY ON LIE GROUPS  
Edificio 404 Salón 200

292 - LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**DUALIDAD DE STONE Y DUALIDAD DE PRIESTLEY: ENCUENTROS Y DESENCUENTROS**  
Edificio 453 Auditorio C

**14:00-14:50 ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIRECTORES DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.**  
Edificio 453 Salón 103

**15:00-15:30 CHARLAS CORTAS**

**2891 - IVON DORADO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**AR-QUIVERS OF SOME P-EQUIPPED POSETS**  
Edificio 404 Salón 204

**49 - EDER SANTIAGO MARTELO GOMEZ, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
**ANILLOS PURO-SEMISIMPLES Y PRERRADICALES**  
Edificio 404 Salón 201

**1588 - FELIPE ALEXANDER PIPICANO GUZMÁN, UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**EXISTENCIA DE ONDAS ESTACIONARIAS PERIÓDICAS PARA UN SISTEMA QUE DESCRIBE LA PROPAGACIÓN DE PULSOS EN UNA FIBRA ÓPTICA**  
Edificio 405 Salón 312

**461 - LUIS BENITEZ-BABILONIA, UNIVERSIDAD DEL SINU**  
**A PRODUCT FORMULA AND EVOLUTION FAMILIES OF NONEXPANSIVE MAPPINGS**  
Edificio 405 Salón 311

**2928 - VLADIMIR ANGULO CASTILLO, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)**  
**GLOBAL WELL-POSEDNESS OF NAVIER-STOKES EQUATIONS WITH THE CORIOLIS FORCE IN HOMOGENEOUS BESOV SPACES**  
Edificio 404 Salón 212

**1551 - RAIBEL DE JESUS ARIAS CANTILLO, UNIVERSIDADE DE SAO PAULO**

ESFERAS DE PAPEL CON AGUJEROS DINAMICAMENTE DETERMINADAS Y MODELOS FUCHSIANOS  
Edificio 404 Salón 200B

351 - JUAN MIGUEL VELASQUEZ SOTO, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
Edificio 405 Salón 203

231 - ARMANDO REYES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
MODEL THEORY WITH A VIEW TOWARD HILBERTS NULL-STELLENSATZ FOR QUANTUM ALGEBRAS  
Edificio 453 Salón 107

2223 - DANIEL CALDERÓN  
EL TEOREMA DE GOWERS, GEOMETRÍA EN ESPACIOS DE BANACH Y UNA NOCIÓN DE FORCING  
Edificio 453 Salón 105

1678 - DAVID FERNANDO CASAS TORRES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
THE THEOREM OF KROHN-RHODES AND CERNYS CONJECTURE  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 111

2663 - AYMARA MARTÍNEZ ARAGÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE MANIZALES  
EL ROL DEL EFECTO CUANTO-COHERENTE EN LA SEÑALIZACIÓN DNA-PROTEÍNA  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

2886 - CESAR AUGUSTO REYES CASTELLANOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FLUJO DE RICCI SOBRE EL CILINDRO CON FRONTERA  
Edificio 404 Salón 202

642 - CLARA MARINA NEIRA URIBE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FUNCIONES SOBRIAS  
Edificio 404 Salón 208

2920 - WILMAR BOLAÑOS  
CLASSIFICATION OF THE CYCLIC  $Q^{ELL}$  QUADRATIC MODULES  $LEFT < MATHFRAK{O}_K, TR_{K/MATH{BBQ}(X^2)} RIGHT >$

Edificio 404 Salón 214

678 - ADOLFO J QUIROZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES,  
DPTO. DE MATEMÁTICAS  
PRUEBAS DE PERMUTACIONES PARA EL PROBLEMA  
DE DOS MUESTRAS EN DATOS FUNCIONALES  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 115

200 - CESAR FERNANDO VENEGAS RAMÍREZ, UNIVER-  
SIDAD DE LOS ANDES  
ACCIONES DE UN SUPER-GRUPO SOBRE CATEGORÍAS  
SPIN-MODULAR  
Edificio 404 Salón 204

15:40-16:20 REFRIGERIO

16:30-17:20 SEMIPLEANARIAS

3033 - ALBERTO MERCADO, Universidad Técnica Federico  
Santa María, Chile  
CONTROLABILIDAD DE EDP EN EVOLUCIÓN  
Edificio 453 Auditorio A

7 - DAVID BLÁZQUEZ SANZ, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA - SEDE MEDELLÍN  
PARALELISMOS Y LA UNICIDAD DEL ESPACIO PROYEC-  
TIVO  
Edificio 453 Auditorio C

16:30-15:20 ESPACIOS DE TRABAJO Y DISCUSIÓN ENTRE DIREC-  
TORES DE LICENCIATURAS DE MATEMÁTICAS, MIEM-  
BROS DE LA COMISIÓN DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA  
Y DEMÁS ASISTENTES INTERESADOS.  
Edificio 453 Salón 103

17:30-18:00 CHARLAS CORTAS

200 - CESAR FERNANDO VENEGAS RAMÍREZ, UNIVER-  
SIDAD DE LOS ANDES  
ACCIONES DE UN SUPER-GRUPO SOBRE CATEGORÍAS  
SPIN-MODULAR

Edificio 404 Salón 204

2883 - WILLIAM EDUARDO PEÑA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
UNIQUENESS OF HILBERT SERIES FOR SKEW PBW ALGEBRAS

Edificio 404 Salón 201

2927 - SERGIO ANDRÉS PÉREZ LEÓN, UNICAMP  
ON THE REFLEXIVITY OF  $MATHCALP_W^{(NE;F)}$

Edificio 405 Salón 311

349 - LUISA FERNANDA VARGAS JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
ANÁLISIS DE UNA APROXIMACIÓN DE GALERKIN, APLICADA A UN SISTEMA DE ECUACIONES DE SCHRÖDINGER ACOPLADAS

Edificio 405 Salón 312

739 - FABIÁN SÁNCHEZ SALAZAR, UNIVERSIDAD CENTRAL

MAL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE CAUCHY ASOCIADO A UNA ECUACIÓN DEL TIPO RBO-ZK

Edificio 404 Salón 200B

297 - EDUARDO MARTÍNEZ, UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

THE AREA PROBLEM: SAGE IN THE INTEGRAL CALCULUS CLASS

Edificio 405 Salón 203

616 - ENRIQUE ACOSTA JARAMILLO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

POLÍTICA PÚBLICA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA - UNA MIRADA ACTUAL

Edificio 405 Salón 215

2940 - ABEL ALVAREZ BUSTOS, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI

ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF A SOLUTION OF RELAXATION SYSTEM FOR FLOW IN POROUS MEDIA

Edificio 453 Aula de Ingeniería 113

**755 - HAROLD DEIVI CONTRERAS CONTRERAS, UNIVER-  
SIDAD DE SUCRE  
SOLUCIÓN NUMÉRICA DE UN MODELO BLACK-SCHOLES  
NO LOCAL Y NO LINEAL POR MOLLIFICACIÓN DIS-  
CRETA  
Edificio 453 Aula de Ingeniería 111**

**1696 - LUIS EDUARDO OSORIO ACEVEDO, UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
SHARP ISOPERIMETRIC INEQUALITIES FOR SMALL VOL-  
UMES IN COMPLETE NONCOMPACT RIEMANNIAN MAN-  
IFOLDS OF BOUNDED GEOMETRY INVOLVING THE SCALAR  
CURVATURE  
Edificio 404 Salón 202**

**469 - JOSÉ RAÚL PANQUEVA SÁNCHEZ  
NUDOS ALTERNOS Y POLIEDROS CONVEXOS  
Edificio 404 Salón 208**

**246 - EDDY PARIGUAN, UNIVERSIDAD JAVERIANA  
PRODUCTO CUÁNTICO ENTRE FUNCIONES MULTISIMET-  
RICAS  
Edificio 404 Salón 214**



## 5

# Resúmenes

### 5.1 Conferencias Plenarias

**Espacios polacos, grupos polacos y continuidad**  
*Alexander Berenstein, Universidad de los Andes,  
Colombia*

Un espacio polaco es un espacio topológico separable metrizable que admite una métrica completa. Un grupo es polaco si es un grupo topológico que además es un espacio polaco. En esta charla daremos una introducción al tema de grupos polacos y sus propiedades. También presentaremos algunos resultados de continuidad automática en este contexto.

**Investigar en Educación Matemática: Una  
responsabilidad de los matemáticos**  
*Bruno D'Amore, Universidad de Bolonia, Italia*

In some countries still remains a kind of aversion towards research in Mathematics Education by some mathematicians who do not appreciate its content, considering it more appropriate to pedagogists or psychologists. In this lecture, the author offers some examples of research proving that a serious research in M. E. must necessarily be done by mathematicians.

Dos visiones de las Matemáticas contemporáneas: las  
Matemáticas Formales y las Matemáticas  
Modelo-Teoréticas

*Carlos E. Vasco, Profesor Emérito y Doctor  
“Honoris Causa” de la Universidad Nacional de  
Colombia en Bogotá, Colombia*

La conferencia comienza con la lista de los cinco principios fundamentales de las matemáticas, que podríamos llamar “Las Matemáticas Formales”, publicados hace seis años en las *Notices of the AMS* por el profesor Wu (2011) de Berkeley. En esos cinco principios, Wu sintetiza la visión de las matemáticas que debería primar hoy en la educación matemática escolar, de pregrado y de posgrado en todo el mundo. Desde la experiencia del autor en el ejercicio de distintas ramas de las matemáticas, el estudio de su historia y su epistemología, y la experiencia de su enseñanza en todos los niveles de la educación, se presenta una visión alternativa denominada “Las Matemáticas Modelo-Teoréticas”, contrastando los cinco principios de Wu con otros cinco principios que las caracterizan, combinados con las razones que los sustentan, algunos ejemplos concretos y una presentación más abstracta de la filosofía del autor, con su ontología explicitada en la Teoría General de Procesos y Sistemas TGPS, su semiología explicitada en la Teoría General de Representaciones e Interpretaciones TGRI y su epistemología explicitada en la Teoría General de Modelos y Teorías TGMT, de la cual deriva su nombre la concepción propuesta de las Matemáticas, su historia, su epistemología y su didáctica.

Finite Element Methods and Domain Decomposition  
Algorithms

*Juan Carlos Galvis, Universidad Nacional de  
Colombia Sede Bogotá, Colombia*

In this talk, we give an overview (with some historical notes) to the classical finite element method and to classical domain decomposition techniques for numerical approximation of elliptic partial differential equations. First, we review some historical notes related to the W. Ritz Computation of Chladni Figures

and introduce the main ideas of the finite element method. As a second part of the talk, we review some historical notes related to Schwarz alternating method introduced in 1869-1870 by H. Schwarz to obtain solution of partial differential equations by computing solution in subdomains. Depending on the time evolution of the talk, we will also present recent results in the field of domain decomposition methods for heterogeneous multiscale problems.

Una introducción a la Optimización Copositiva  
*Juan Carlos Vera, Universidad de Tilburg, Holanda*

En esta charla se ilustrará la conexión entre optimización cuadrática no convexa y optimización copositiva. Esta conexión permite convexificar, de una manera unificada, los problemas cuadráticos no convexos, los cuales incluyen la mayoría de los problemas combinatorios. El proceso de convexificación permite encapsular la complejidad de estos problemas de manera uniforme en el cono de matrices copositivas. Gracias a esto la optimización copositiva ha recibido bastante interés recientemente. En la charla también se discutirá el progreso reciente, tanto en lo teórico como en lo numérico, y se presentarán extensiones que permiten capturar familias de problemas más generales en optimización no convexa.

Métodos algebraicos en Optimización global  
*Mauricio Velasco, Universidad de los Andes,  
Colombia*

El problema de como minimizar un polinomio en varias variables en una región dada es una de las preguntas centrales de las matemáticas aplicadas pues aparece naturalmente en una gran cantidad de contextos (probabilidad, finanzas, optimización combinatoria, control de sistemas dinámicos, etc.). Este también es un problema central de las matemáticas puras en el que se ha pensado desde la época de Hilbert. A principios de los 2000 el trabajo de Parrilo, Lasserre y otros inició una verdadera revolución en esta área que llevó al desarrollo de los métodos de "sumas de cuadrados" en álgebras que parecen ser un mecanismo universal para construir jerarquías que resuelven este tipo de problemas de optimización. El intento por entender estas

”sumas de cuadrados” en un álgebra real ha llevado al desarrollo de muchas herramientas y a la aparición de un área nueva de las matemáticas llamada geometría algebraica convexa así como a muchas interacciones inesperadas entre álgebra y optimización. Esta charla será una introducción a las principales ideas de la geometría algebraica convexa. En ella presentaré resultados y trabajo en curso con Blekherman, Smith, Sinn entre otros.

### Decaimiento y propagación de regularidad en ecuaciones dispersivas

*Pedro Isaza Jaramillo, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Colombia*

En esta conferencia, destinada a un público amplio, se consideran ecuaciones no lineales de tipo dispersivo y se muestran algunas propiedades relacionadas con la preservación del decaimiento espacial de las soluciones y con su ganancia de regularidad cuando el tiempo evoluciona. Se toma como ejemplo la ecuación de Korteweg-de Vries  $\partial_t u + \partial_x^3 u + u\partial_x u = 0$ , y en ella se observa que ciertos decaimientos exponenciales se preservan en el tiempo pero de manera atenuada. Así mismo, se muestra cómo la suavidad que presentan las soluciones hacia la derecha ( $x > 0$ ) se propaga con velocidad infinita hacia la izquierda, convirtiendo la solución en una función suave.

### Localidad y renormalización; el caso de las funciones zeta cónicas y arboríferas

*Sylvie Paycha, Universidad de Potsdam, Alemania*

Según el principio de localidad en Física, eventos que ocurren en distintos lugares del espacio-tiempo deberían comportarse independientemente los unos de los otros, una característica que tiene que reflejarse en sus mediciones. Nos proponemos interpretar matemáticamente la independencia de eventos en términos de una relación binaria simétrica. Ejemplos de tal relación son la disyunción de conjuntos y la ortogonalidad de espacios lineales. La ventaja de introducir tal relación es poder conservar la memoria de la independencia requiriendo que los mapas la preserven, una primera manifestación de su localidad, la segunda

siendo que sean multiplicativos en pares de elementos mutuamente independientes.

Con el fin de preservar la memoria de la independencia a nivel de mediciones, usamos una regularización en variables múltiples lo que contrasta con el método usual de regularización dimensional que usa una única variable. Por lo tanto, los mapas que queremos renormalizar toman valores en funciones meromorfas en variables múltiples con polos lineales. Trabajar con variables múltiples nos permite describir el mapa renormalizado mediante una fórmula muy simple, sin usar la factorización de Birkhoff-Hopf "à la Connes y Kreimer" que requiere coproductos en álgebras de Hopf.

Si el tiempo lo permite, explicaré cómo se puede implementar este método para renormalizar funciones multizeta cónicas y arboríferas, ambas siendo generalizaciones de funciones multizeta.

Esta charla se basa en un trabajo junto con Pierre Clavier, Li Guo y Bin Zhang.

## 5.2 Conferencias Semiplenarias

### 5.2.1 ÁLGEBRA

#### OPTIMAL CONTROL OF STOCHASTIC PDES: THEORY, NUMERICAL APPROXIMATION AND APPLICATIONS

*HERMANN MENA, UNIVERSIDAD YACHAY  
TECH*

Optimal control of systems governed by stochastic partial differential equations (SPDEs) arise naturally in science and engineering, e.g. river floods, crime modeling, mathematical finance etc. We consider stochastic optimal control problems where the state equation is linear and the cost functional is quadratic. We show that the optimal control is given in feedback form in terms of a Riccati equation. We investigate the numerical approximation of the problem, in particular, the convergence of Riccati operators and the numerical solution of the state equation. Numerical experiments of specific applications show the performance of the proposed method. In addition, due to the fact that the mean and the variance of the solution of a linear SPDE can be

characterized through a PDE and a Riccati type equation, respectively. We propose to solve linear SPDEs by approximating these statistics directly solving these related deterministic equations. As an illustration of our approach we present a numerical simulation of El Niño phenomena (El Niño is an irregularly periodical variation in winds and sea surface temperatures in the eastern equatorial Pacific ocean).

**SPONTANEOUS PROBABILISTIC BEHAVIOR IN  
DETERMINISTIC CONSERVATION LAWS  
*ALEXEI MAILYBAEV, INSTITUTO NACIONAL  
DE MATEMÁTICA PURA E APLICADA, RIO  
DE JANEIRO***

We analyze solutions starting from singular initial conditions in nonlocal conservation laws. Such initial conditions may result from a finite-time blowup, developed turbulent states, or unstable discontinuities. First, we consider an example with nonunique solutions, which are all physically relevant: An infinite number of solutions arise depending on a way the viscosity approaches zero. Next, we argue that despite of the nonuniqueness of specific realizations, a probability distribution for the whole set of possible solutions is unique, i.e., there is a unique spontaneously stochastic solution. This uniqueness is explained as the ordinary deterministic chaos developing in a renormalized system. The results are fully supported by numerical simulations. If time permits, I will show how these ideas can be applied in the inviscid limit of the Rayleigh-Taylor instability.

**ADE DYNKIN DIAGRAMS IN ALGEBRA,  
GEOMETRY AND BEYOND  
*JAMES JIM ZHANG, UNIVERSIDAD DE  
WASHINGTON***

ADE Dynkin diagrams play an important role in many subjects such as representation theory of quivers, (super)conformal field theories, spectral radius of graphs, classification of simple Lie algebras and finite simple groups, surface singularities and the

McKay correspondence. In this talk we survey recent work related to the ADE diagrams in noncommutative algebraic geometry and noncommutative invariant theory and provide new connections between the ADE diagrams and some recently developed subjects in Mathematics.

### 5.2.2 ANÁLISIS

#### SOBRE EL DECAIMIENTO DE LAS SOLUCIONES DE LA ECUACIÓN DE ZAKHAROV-KUZNETSOV EN TRES DIMENSIONES

*JOSÉ MANUEL JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*  
*EDDYE BUSTAMANTE, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*  
*JORGE MEJÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

En esta charla estudiaremos el problema del decaimiento de las soluciones de la ecuación de Zakharov-Kuznetsov en tres dimensiones.  $\partial_t u + \partial_x \Delta u + u \partial_x u = 0$ ,  $(x, y, z) \in R^3$ ,  $t \in [0, 1]$  Probaremos que si la diferencia de dos soluciones suficientemente suaves de la ecuación Zakharov-Kuznetsov decae como  $e^{-a(x^2+y^2+z^2)^{3/4}}$  en dos tiempos diferentes, para  $a > 0$  suficientemente grande, entonces ambas soluciones son iguales.

Este resultado extiende al caso de tres dimensiones el principio de continuación única previamente obtenido para el caso bidimensional.

Trabajo en conjunto con los profesores Eddy Bustamante y Jorge Mejía de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

#### NONLINEAR STABILITY OF GARDNER BREATHERS

*MIGUEL A. ALEJO, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA*

In this work we present a systematic and simple account that put in evidence that the breather solution of the Gardner equation, a

relevant modification of the KdV and mKdV equations, satisfies a suitable variational elliptic equation, which also implies that the stability problem reduces in some sense to (i) the study of the spectrum of explicit linear systems (spectral stability), and (ii) the understanding of how bad directions (if any) can be controlled using low regularity conservation laws.

**ON THE FRACTIONAL KP EQUATIONS**  
**FELIPE LINARES, IMPA, BRAZIL**

In this lecture we will discuss recent results regarding well-posedness for the initial value problem associated to the fractional KP equations.

**WELL-POSEDNESS AND APPROXIMATION OF**  
**SOLUTIONS OF A BOUSSINESQ-TYPE MODEL**  
**IN A FINITE INTERVAL**  
**JUAN CARLOS MUÑOZ**  
**GRAJALES, DEPARTAMENTO DE**  
**MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD DEL VALLE**

In this talk, we consider the existence and uniqueness of solutions of the Boussinesq-type system

$$M(\xi)\eta_t + \partial_\xi \left[ \left( 1 + \frac{\alpha\eta}{M(\xi)} \right) u \right] - \frac{\beta}{6} \partial_\xi^2 (M(\xi)\eta_t) = 0, \quad (5.1)$$

$$u_t + \eta_\xi + \frac{\alpha}{2} \partial_\xi \left[ \left( \frac{u}{M(\xi)} \right)^2 \right] - \frac{\beta}{6} \partial_\xi^2 (u_t) = 0, \quad (5.2)$$

$\xi \in [0, L], t > 0$ , subject to the initial and boundary value conditions

$$\eta(\xi, 0) = \eta_0(\xi), \quad u(\xi, 0) = u_0(\xi), \quad (5.3)$$

$$\eta(0, t) = \eta_1(t), \quad \eta(L, t) = \eta_2(t), \quad (5.4)$$

$$u(0, t) = u_1(t), \quad u(L, t) = u_2(t). \quad (5.5)$$

System (1)-(2) describes the propagation of bi-directional waves with small amplitude at the surface of a channel with finite length  $L$  and highly-variable bottom (i.e. when the scale of variation of the bottom's irregularities is small compared with the

typical wave length). The physical problem modeled by equations (1)-(5) corresponds to the case of a water tank in which wave motion is initiated by wavemakers at both ends of the channel. Here the functions  $\eta(\xi, t), u(\xi, t)$  denote the wave elevation measured with respect to the undisturbed free surface, and the horizontal component of the fluid velocity, respectively. Furthermore, the coefficient  $M(\xi)$  is related to an appropriate change of variables and it is defined as

$$M(\xi) := 1 + \frac{\pi}{4\sqrt{\beta}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{n(x(\xi_0, -\sqrt{\beta})/\gamma)}{\cosh^2 \frac{\pi}{2\sqrt{\beta}}(\xi_0 - \xi)} d\xi_0,$$

where  $n(x/\gamma)$  is a function which describes the physical bottom of the channel and is assumed to be 0 outside the interval  $[0, L]$ . Thus, the coefficient  $M(\xi)$  is a regularization of the original channel's topography and therefore it is a bounded  $C^\infty$  function with the property  $\inf_{[0, L]} M(\xi) > 0$ , and  $\alpha, \beta$  are positive parameters measuring nonlinear and dispersive effects, respectively. In second place, we introduce a finite-difference numerical scheme for approximating the solution to problem (1)-(5), where the time-stepping is performed by applying the classical 4th-order one step Runge-Kutta method to an appropriate integral version of the original model equations. This research was supported by

Universidad del Valle and Colciencias under project FP44842-080-2016.

### 5.2.3 ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICO

**TOPOLOGICALLY STABLE POINTS**  
**C. A. MORALES, UNIVERSIDADE FEDERAL DO**  
**RIO DE JANEIRO - BRAZIL**  
**KEONHEE LEE, CHUNGNAM NATIONAL**  
**UNIVERSITY - REPUBLIC OF KOREA**

We decompose the topological stability (in the sense of P. Walters) into the corresponding notion for points. For this we define a topologically stable point of a homeomorphism  $f$  as a point  $x$  such that for any  $C^0$ -perturbation  $g$  there is a continuous semi-conjugation  $em$  defined on the  $g$ -orbit closure of  $x$  which tends to the identity as  $g$  tends to  $f$ . It is proved that the set of

topologically stable points is  $f$ -invariant and preserved under conjugation. Moreover, such a set vanishes for minimal homeomorphisms on compact manifolds. The chain recurrent points which are topologically stable belongs to the periodic point closure. In particular, the chain recurrent set coincides with the closure of the periodic points when all points are topologically stable. Next we show that the topologically stable points of an expansive homeomorphism of a compact manifold are precisely the shadowable ones. Moreover, an expansive homeomorphism of a compact manifold is topologically stable if and only if every point is. Afterwards, we prove that a pointwise recurrent homeomorphism of a compact manifold has no topologically stable points. Finally, we prove that every chain transitive homeomorphism with a topologically stable point of a compact manifold has the pseudo-orbit tracing property. Therefore, a chain transitive expansive homeomorphism of a compact manifold is topologically stable if and only if it has a topologically stable point.

**EXISTENCIA Y MULTIPLICIDAD DE  
SOLUCIONES PARA UN PROBLEMA ELÍPTICO  
SEMILINEAL**  
*CARLOS VÉLEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*  
*SIGIFREDO HERRÓN, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*  
*JORGE COSSIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN*

En esta conferencia se estudia la existencia de múltiples soluciones para el problema elíptico semilineal

$$\begin{cases} \Delta u + f(u) = 0 & \text{en } \Omega, \\ u = 0 & \text{en } \partial\Omega, \end{cases} \quad (5.6)$$

donde  $\Delta$  es el operador de Laplace,  $\Omega$  es una región acotada en  $R^N$  ( $N \geq 2$ ) con frontera suave y  $f : R \rightarrow R$  es una función no lineal de clase  $C^1$  tal que  $f(0) = 0$  y  $f$  es asintóticamente lineal, i.e.,

$$f'(\infty) := \lim_{|t| \rightarrow \infty} f'(t) \in R.$$

Utilizando el método de reducción de Lyapunov-Schmidt, el teorema del paso de la montaña y caracterizaciones del grado local de los puntos críticos se demuestran resultados de existencia y multiplicidad de soluciones de (1). También se estudian

propiedades cualitativas y unicidad de las soluciones obtenidas.

#### Bibliografía

A. Castro, J. Cossio, S. Herrón, and C. Vélez, Existence and multiplicity results for a semilinear elliptic problem. *Preprint*, 2017.

A. Castro and J. Cossio, Multiple solutions for a nonlinear Dirichlet problem. *SIAM J. Math. Anal.* 26, no.6, p.p. 1554-1561, 1994.

A. Castro, J. Cossio, and C. Vélez, Existence of seven solutions for an asymptotically linear Dirichlet problem without symmetries. *Annali di Matematica* 192, p.p. 607-619, 2013.

### DISPARANDO DE SINGULARIDAD A SINGULARIDAD Y UNA ECUACIÓN SEMILINEAL DE TIPO LAPLACE-BELTRAMI *ALFONSO CASTRO, HARVEY MUDD COLLEGE*

**Resumen:** Estudiamos la existencia de soluciones rotacionalmente simétricas a una ecuación semilineal en una superficie de revolución. Se convierte la ecuación en una ecuación diferencial ordinaria en un intervalo que es singular en ambos extremos requiriendo el análisis del método del disparo de singularidad a singularidad. El uso de identidades de Pohozaev permite demostrar la existencia de infinitas soluciones cuando el término no lineal es superligero y subcrítico.

### SOLUCIONES MÚLTIPLES PARA UN SISTEMA ELÍPTICO *PABLO AMSTER, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES, ARGENTINA*

En esta charla estudiaremos un sistema no lineal de ecuaciones elípticas bajo condiciones de Dirichlet, Neumann o Robin. Empleando técnicas topológicas, probaremos la existencia de múltiples soluciones estudiando la interacción de la no-linealidad con el espectro del operador lineal asociado al problema. Se presentará un panorama amplio de la temática, que involucra diversos

aspectos geométricos. Cuando el problema admite un enfoque variacional, se mostrará que los resultados pueden interpretarse bajo la óptica de ciertos teoremas de linking.

#### 5.2.4 ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

##### PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA Y APROPIACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS EN ANTIOQUIA

*DEBORA MARIA TEJADA  
JIMENEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLIN  
GUILLERMO LEON LOPEZ  
FLOREZ, UNIVERSIDAD PONTIFICIA  
BOLIVARIANA*

A mediados del año 2012, la Sociedad Colombiana de Matemáticas (SCM) fue invitada por la Gobernación de Antioquia con el fin de colaborar en el diseño y ejecución de un plan, para la mejora de la enseñanza de la matemática en Antioquia, que se inscribiría en su programa de Antioquia la más educada. Atendiendo dicha invitación y conscientes de la importancia de un plan como éste, la SCM le propuso a la Gobernación de Antioquia el PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA Y APROPIACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS EN ANTIOQUIA. En este plan la SCM planteó como objetivo general promover el mejoramiento de la calidad de los aprendizajes y de la enseñanza de las matemáticas en el departamento de Antioquia, usando la tecnología disponible e impactando directamente a docentes en formación, docentes en servicio, estudiantes y comunidad en general. Con el fin de satisfacer este objetivo, la SCM propuso 4 PROGRAMAS de trabajo. 1) Formación y cualificación de los docentes. 2) Acercamiento de las matemáticas a la comunidad 3) Revisión y creación de planes de área. Escritura de textos. 4) Uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Fueron muchos los logros obtenidos en estos programas. Por ejemplo, se ofrecieron cursillos de 6 y 36 horas de capacitación de maestros en 31 municipios de Antioquia. Se llevaron a cabo 13 diplomaturas, 3 para docentes de primaria y 10 para docentes de secundaria, que impactaron a 421 maestros de la región. Se realizaron 7 congresos con docentes de Antioquia y 7 grandes festivales con la comunidad, así como 16 encuentros con docentes

y 23 pequeños festivales en diferentes municipios del departamento. Se propusieron planes de área en matemáticas para cada uno de los 11 grados escolares. Se diseñaron y escribieron 5 textos de capacitación a maestros (cursos de 30 horas), 4 textos de álgebra, geometría, trigonometría y geometría analítica y precálculo dirigidos a los docentes, con guías de clase (90 horas), según los planes de área propuestos y un texto de aritmética y geometría dirigido a los estudiantes de grados 6 y 7. Se realizaron 194 vídeos en diferentes formatos, que en su momento estuvieron a disposición en la página web de la Gobernación de Antioquia. Se hizo acompañamiento permanente en la componente matemática de las Olimpiadas del conocimiento (concurso en Teleantioquia para estudiantes de grados 10 y 11 de secundaria y grado 5 de primaria) con la elaboración y revisión de las preguntas del concurso. En esta charla haremos un recuento de la ejecución de estos 4 programas. Describiremos las actividades desarrolladas en ellos, así como los logros obtenidos durante los años 2012 a 2015.

**FORMACIÓN DE PROFESORES DE  
MATEMÁTICAS DE SECUNDARIA Y MEDIA: LA  
PREOCUPACIÓN POR LA PRÁCTICA DOCENTE  
PEDRO GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE LOS  
ANDES**

La preocupación por la formación de profesores de matemáticas ha pasado de una visión en la que los profesores aprenden teorías y se espera que ellos sean capaces de interpretarlas e implementarlas en el aula a una visión en la que la preocupación es el desarrollo de competencias, conocimientos, habilidades y actitudes que contribuyan a la mejora de su práctica docente. En esta conferencia, presentamos las ideas clave en las que se fundamenta la maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes. Este programa se basa en el modelo del análisis didáctico, como procedimiento sistemático con el que se espera que los profesores en formación analicen un tema concreto de las matemáticas escolares, de tal forma que la información que surja de ese análisis les sea útil para diseñar una unidad didáctica, fundamentar y justificar ese diseño, llevarlo a la práctica y evaluarlo.

### 5.2.5 LÓGICA

**TEORÍA LOCAL DE RAMSEY EN ESPACIOS  
TOPOLÓGICOS DE RAMSEY  
CARLOS DI PRISCO, UNIVERSIDAD DE LOS  
ANDES**

Examinamos la propiedad de Ramsey para subconjuntos de un espacio de Ramsey topológico y su localización a una familia de subconjuntos del espacio. En particular consideramos localizaciones a familias que son coideales selectivos o semiselectivos, y a ultrafiltros. Definimos nociones de forzamiento relacionadas con ultrafiltros selectivos y a la propiedad de Ramsey. Extendemos el forcing de Mathias respecto a un coideal semiselectivo al contexto de espacios de Ramsey topológicos, y estudiamos la consistencia del enunciado “todo subconjunto del espacio de Ramsey tiene la propiedad de Ramsey respecto a cualquier coideal semiselectivo”. Trabajo conjunto con J. Mijares y J. Nieto.

**SOBRE EL SEMIGRUPO DE ELLIS EN ESPACIOS  
MÉTRICOS, COMPACTOS Y NUMERABLES.  
CARLOS E. UZCÁTEGUI  
AYLWIN, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

Sea  $X$  un espacio métrico compacto y  $f : X \rightarrow X$  continua. El semigrupo de Ellis  $E(X, f)$  (o semigrupo envolvente) es la clausura de  $\{f^n : n \in \mathbb{N}\}$  en el espacio  $X^X$  (con la topología producto) donde  $f^n$  es la  $n$ -iterada de  $f$ . Este semigrupo lo introdujo R. Ellis en 1960 [1] y es actualmente una herramienta fundamental en Dinámica Topológica [4]. Analizaremos algunas propiedades de  $E(X, f)$  cuando  $X$  es un espacio métrico, compacto y numerable [2][3]. Este es un trabajo conjunto con Yackelin Rodríguez (UNEXPO, Venezuela) y Salvador García (UNAM-Morelia, Mexico).

**Bibliografía**

R. Ellis, *A semigroup associated with a transformation group*, Trans. Amer. Math. Soc. 94 (1960), 272–281.

S. García-Ferreira, Y. Rodríguez-López and C. Uzcátegui, *Iterates of dynamical systems on compact metrizable countable spaces*, *Topology Appl.* 180 (2015), 100–110.

S. García-Ferreira, Y. Rodríguez-López and C. Uzcátegui, *Cardinality of the Ellis semigroup on compact metric countable spaces*. Enviado a publicación.

E. Glasner, *Enveloping semigroups in topological dynamics*, *Topology Appl.* 154 (2007), no. 11, 2344–2363.

**SOME APPLICATIONS OF TEAM SEMANTICS**  
**JOUKO VÄÄNÄNEN, UNIVERSIDAD DE**  
**HELSINKI Y UNIVERSIDAD DE AMSTERDAM**

A team is a set, or more generally a multiset, of assignments. In team semantics the basic concept is that of a formula being satisfied by a team rather than being satisfied merely by a single assignment. There are several avenues to defining team semantics, and we discuss two avenues in particular. The first leads us to so-called dependence logic introduced in the speaker's 2007 monograph (Cambridge University Press) with the same title. Another leads to a version of probability logic (joint work with T. Hyttinen and G. Paolini). We give an overview of recent results and indicate some applications to quantum physics, social choice and biology.

**GOEDEL'S RECEPTION OF TURING'S MODEL**  
**OF COMPUTABILITY: THE –SHIFT OF**  
**PERCEPTION– IN 1934**  
**JULIETTE KENNEDY, UNIVERSIDAD DE**  
**HELSINKI**

The emergence of the mathematical concept of computability in the 1930s was marked by an interesting shift of perspective, from viewing the intuitive concept, “human calculability following a fixed routine” in terms of calculability in a logic, to viewing the concept as more adequately expressed by Turing's model. This happened in spite of, or in parallel with, confluence, as Gandy called it in his [1], namely the proven extensional equivalence of the models of computability which had been given prior

to Turing’s model. In this talk we consider this shift—one in which Gödel was a key figure— in relation to Gödel’s philosophical outlook subsequently. On the way we consider a question that Kripke has asked recently [2]: why did Gödel not see that the Entscheidungsproblem is an immediate consequence of the Completeness and Incompleteness Theorems? Kripke’s analysis depends upon viewing computability in terms of calculability in a logic. We thus suggest that Kripke’s own explanation for Gödel’s purported blindness to the fact of having solved what was arguably viewed as the single most important problem in logic remaining open at the time,<sup>2</sup> be complemented by the story of the difficulties logicians had with viewing computability in this sense.

1. Gandy, R.: The confluence of ideas in 1936. In: *The universal turing machine: A half-century survey*, pp. 55–111. Oxford Science Publications, Oxford University Press, New York (1988)

2. Kripke, S.: The church-turing “Thesis” as a special corollary of Gödel’s completeness theorem. In: Copeland, B.J., Posy, C.J., Shagrir, O. (eds.) *Computability: Gödel, Church, and Beyond*. MIT Press, Cambridge (2013)

**LARGE CARDINALS AS REFLECTION  
PRINCIPLES. A SURVEY  
JOAN BAGARIA, UNIVERSIDAD DE  
BARCELONA E ICREA**

Large cardinals are infinite cardinal numbers whose existence cannot be proved in the usual Zermelo-Fraenkel system of set theory with the Axiom of Choice (ZFC). However, they appear naturally in many different mathematical contexts (not to mention in set theory itself), and moreover they gauge the consistency strength of mathematical statements that go beyond ZFC. In this talk we shall give a small survey of recent results showing that many large cardinals, in spite of their different origin, motivation, and formulation, may nevertheless be seen as particular cases of strong reflection principles, which may be used to great advantage in applications to other areas of mathematics.

### 5.2.6 MATEMÁTICAS APLICADAS

#### CONTROLABILIDAD DE EDP EN EVOLUCIÓN

***ALBERTO MERCADO, UNIVERSIDAD TÉCNICA  
FEDERICO SANTA MARÍA***

Presentaremos conceptos básicos acerca de la controlabilidad de ecuaciones diferenciales parciales en espacios  $L^2$ . Revisaremos las caracterizaciones de estas propiedades en términos de la observabilidad del sistema adjunto, y explicaremos algunas técnicas para su demostración. Hablaremos de algunos trabajos recientes o en curso: Controlabilidad de sistemas con menos controles que ecuaciones. Sistemas de transporte-difusión. Ecuaciones de orden superior. Transmisión de ondas en medios heterogéneos.

**5.2.7 GEOMETRÍA**

**GRUPOS FUCHSIANOS INFINITAMENTE  
GENERADOS EN SUPERFICIES NO  
COMPACTAS**

***JOHN ALEXANDER***

***ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA***

***KONRAD LORENZ***

***CAMILO RAMIREZ MALUENDAS, FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ***

En esta charla presentamos de manera explícita un grupo Fuchsiano que permite generar una superficie hiperbólica homeomorfa al monstruo del lago Ness, y mostraremos como generalizar esto para otras superficies no compactas con género infinito, como el árbol de Cantor y el árbol florido de Cantor.

**A GENERALIZATION OF THE  
GAUSS-BONNET-HOPF-POINCARÉ FORMULA  
FOR BRANCHED SECTION**

***FABIÁN ANTONIO ARIAS***

***AMAYA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
BOLÍVAR, CARTAGENA, COLOMBIA***

***MIKHAIL MALAKHALTSEV, UNIVERSIDAD DE  
LOS ANDES, BOGOTÁ, COLOMBIA***

Let  $\pi : E \rightarrow M$  be a locally trivial fiber bundle over a two-dimensional manifold  $M$ , and  $\Sigma \subset M$  be a discrete subset. A subset  $Q \subset E$  is called a *n-sheeted branched section of the bundle*  $\pi$  if  $Q' = \pi^{-1}(M \setminus \Sigma) \cap Q$  is a *n-sheeted covering* of  $M \setminus \Sigma$ . The set  $\Sigma$  is called the *singularity set* of the branched section  $Q$ . We define the index of a singularity point of a branched section, and give examples of its calculation, in particular for branched sections of the projective tangent bundle of  $M$  determined by binary differential equations. Also we define a resolution of singularities of a branched section, and prove an analog of Hopf-Poincaré-Gauss-Bonnet formula for the branched sections admitting a resolution.

## PARALELISMOS Y LA UNICIDAD DEL ESPACIO PROYECTIVO

*DAVID BLÁZQUEZ SANZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE MEDELLÍN*

Explicamos como la teoría de Galois de las conexiones principales controla las conjugaciones entre paralelismos de variedades algebraicas. Como aplicación, mostramos la unicidad del espacio proyectivo en el siguiente sentido: si una variedad algebraica compleja de dimensión  $n$  está dotada de un algebra de Lie de campos racionales de dimensión  $n^2 - 1$ , entonces hay una transformación racional de ella en el espacio proyectivo que conjuga la acción de esta álgebra con la de las transformaciones proyectivas.

## POSIBLES INTERACCIONES DE LA GEOMETRÍA Y LA LÓGICA

*LEONARDO CANO, UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE BOGOTÁ*

Resumen: En la charla intentaremos encontrar análogos de la teoría de haces de estructuras (con fibra discreta) de Xavier Caicedo en haces vectoriales (fibra un espacio vectorial con topología no discreta) y relacionaremos estos resultados con teoría de relatividad. Estos resultados hacen parte de una investigación en proceso con Pedro Zambrano.

**FLAT AFFINE INVARIANT GEOMETRY ON LIE  
GROUPS**

**OMAR SALDARRIAGA, UNIVERSIDAD DE  
ANTIOQUIA**

This talk is a continuation of the talk “A new characterization of flat affine manifolds.” The essential objects are flat affine Lie groups. These are Lie groups endowed with a left invariant structure. The main objective of this talk is to present the following Lie group Given a flat affine Lie group  $(G, \nabla)$ , there exists a Lie group  $Env(G, \nabla)$  endowed with a flat affine bi-invariant structure inherited from  $\nabla$  that contains the Lie group of affine transformations,  $Aff(G, \nabla)$  of  $(G, \nabla)$ , as a Lie subgroup. The final part of the talk will be used to exhibit examples.

**A NEW CHARACTERIZATION OF FLAT AFFINE  
MANIFOLDS**

**ALBERTO MEDINA, UNIVERSIDAD DE  
ANTIOQUIA-UNIVERSIDAD DE  
MONTPELLIER**

In the first part of this talk there will be given an introduction to the flat affine geometry, i.e., manifolds endowed with a linear connection whose curvature and torsion tensors are null. It will be revisited the usual real affine space and its group of affine transformations  $Aut(L(R^n), \omega^0)$ . A flat affine manifold is a manifold endowed with an atlas whose change of coordinates maps belong to  $Aut(L(R^n), \omega^0)$ . Then, it will be recalled the notion of affine representations of finite dimensional Lie groups. The main objective of the talk is to present the following result Let  $M$  be a connected real  $n$ -dimensional manifold,  $P = L(M)$  its principal bundle of linear frames,  $\theta$  the fundamental form of  $P$  and  $\Gamma$  a linear connection on  $P$  of connection form  $\omega$ . We have then: The connection is flat affine if and only if  $(\theta, \omega)$  determines a (unique) homomorphism of Lie groups

$$\rho : Aut(P, \omega) \longrightarrow Aut(L(R^n), \omega^0)$$

where  $\omega^0$  is the connection form of the usual connection on  $R^n$ , such that there exists  $v \in R^n$  with open orbit relative to the

action  $\rho$ . At the end of this speech, there will be given consequences of this result. The lecture will be illustrated with examples. In the talk “Flat affine invariant geometry on Lie Groups” it will be presented these type of structures in the case of Lie groups.

### 5.2.8 TOPOLOGÍA

**FORMAS DE SCHUBERT Y CONWAY PARA  
DIAGRAMAS DE ENLACES DE TRES PUENTES  
MARGARITA MARÍA TORO  
VILLEGAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA, SEDE MEDELLIN**

En este trabajo estudiamos dos formas de representar un enlace de 3-puentes: la forma de Schubert y la forma de Conway, con el objetivo de extender el resultado conocido para enlaces de 2-puentes. Recordemos que un enlace de 2-puentes se puede describir mediante su forma normal de Schubert, que se representa mediante un racional  $p/q$ ,  $1 \leq q \leq p$  y que tiene asociado un diagrama standard del enlace. Si se toma la fracción continua  $C = [a_1, a_2, \dots, a_n]$  asociada a  $p/q$ , la sucesión de enteros  $a_1, a_2, \dots, a_n$  definen un diagrama standard de un enlace racional, donde cada  $a_i$  representa un tangle racional. Es un resultado conocido y muy apreciado que estos enlaces son equivalentes. A  $C = [a_1, a_2, \dots, a_n]$  se le llama la forma de Conway del enlace de 2-puentes  $p/q$ . En [To] se mostraron algoritmos de tipo recursivo para pasar de la forma normal de Conway a la forma normal de Schubert y recíprocamente. Dado un diagrama de un enlace de 3 puentes se define su forma de Schubert como una colección de 6 enteros positivos  $\{p, n, q, m, s, l\}$ , tales que  $2 \leq s \leq q \leq p$ ,  $0 \leq n \leq p$ ,  $0 \leq m \leq q$ ,  $0 \leq l \leq s$ , que por razones geométricas se representan mediante una tripleta de la forma  $(p/n, q/m, s/l)$ . Estos enteros determinan completamente el diagrama, y recíprocamente, dada una colección de enteros con esas condiciones se puede hallar un diagrama de un enlace de a lo más 3-puentes. En esta dirección se requieren algunas condiciones adicionales para garantizar que el diagrama sea de 3-puentes y que no tenga componentes adicionales sueltas. A partir del diagrama 3-puentes de un enlace de 3-puentes dado en su forma de Schubert  $(p/n, q/m, s/l)$ , podemos hacer un proceso de simplificación, similar al que se hace para enlaces de

2-puentes, de tal forma que producimos un diagrama que está descrito por una matriz  $C \in M_{n \times 3}(Z)$

$$C = a_{11}a_{12}a_{13}a_{21}a_{22}a_{23} \cdots a_{n1}a_{n2}a_{n3}$$

donde cada entrada  $a_{ij}$  representa un tangle racional trivial. A esta matriz la llamamos la *forma de Conway del diagrama*. Recíprocamente, dada una matriz  $C \in M_{n \times 3}(Z)$  podemos asociarle un diagrama de un enlace de tal forma que, al hacer el proceso de deformación inverso al descrito, nos permite llegar a un diagrama de 3-puentes, descrito por una forma de Schubert  $(p/n, q/m, s/l)$ . En este trabajo presentamos algoritmos explícitos para pasar de la forma de Schubert a la forma de Conway y viceversa. Adicionalmente mostramos que los enteros de la forma de Schubert están relacionados con los enteros de la forma de Conway mediante un proceso recursivo similar al que se tiene para los enlaces de 2 puentes. Estos algoritmos están implementados en el programa *Mathematica* y permiten hacer tanto los cálculos numéricos como los diagramas de los enlaces asociados.

LA DIMENSIÓN 4 Y CONCORDANCIA DE  
NUDOS  
JUANITA PINZON CAICEDO, UNIVERSITY OF  
GEORGIA

La meta principal de la topología geométrica es la clasificación de las variedades según su estructura (topológica, suave, simpléctica, etc.). En dimensión 4 la historia es especial: es la única dimensión en la que una variedad puede admitir un número infinito de estructuras suaves no equivalentes y la única dimensión en la que existen variedades homeomorfas pero no difeomorfas a  $R^4$ . A su vez, la concordancia de nudos es el estudio de los nudos como fronteras de superficies encajadas en espacios de dimensión 4. La diferencia entre estructuras topológicas y estructuras suaves en dimensión 4 está estrechamente relacionada con la concordancia de nudos. En la charla explicaré una faceta de ésta relación.

DUALIDAD DE STONE Y DUALIDAD DE  
PRIESTLEY: ENCUENTROS Y

**DESENCUENTROS**  
**LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD**  
**NACIONAL DE COOMBIA**

En esta charla se presentarán dos conocidos métodos para representar topológicamente retículos distributivos acotados. El primero es debido a Marshall Stone (1937) y el segundo a Hilary Priestley (1970). Se explicará la relación que existe entre estas dos dualidades mostrando similitudes y diferencias.

**5.2.9 HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS**

**ACERCA DE LA NOCIÓN DEL CONTINUO EN**  
**GROTHENDIECK: EL SUEÑO DE UNA**  
**-TOPOLOGÍA DE LA FORMAS-**  
**JOHN ALEXANDER CRUZ**  
**MORALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE**  
**COLOMBIA**

A finales de los años 80 Alexander Grothendieck escribió una serie de manuscritos matemáticos, algunos de los cuales han circulado libremente. Uno de tales manuscritos (que se encuentra temporalmente perdido) trata de una nueva fundamentación para la topología (distinta a los topos y la topología moderada desarrolladas por el propio Grothendieck). Analizando cierta correspondencia de la época hemos podido reconstruir algunos aspectos del "manuscrito perdido" y encontrado que en éste Grothendieck propone una nueva aproximación para estudiar la antigua dicotomía continuo/discreto. En esta charla pretendemos mostrar los resultados de nuestra búsqueda y plantear algunas preguntas de interés para matemáticos, historiadores y filósofos.

**LECCIONES DE JEOMETRÍA ANALÍTICA DE**  
**LINO DE POMBO EN EL COLEGIO MILITAR DE**  
**BOGOTÁ (1850)**  
**BERTRAND EYCHENNE, LICEO FRANCÉS DE**  
**BOGOTÁ**

En 1850, Lino de Pombo (1797-1862) publica las Lecciones de Geometría Analítica, un tratado que corresponde a su curso en el Colegio Militar, una escuela creada en 1848 para formar oficiales del ejército y ingenieros civiles. La publicación de este texto se inscribe en un programa de desarrollo de la enseñanza de las ciencias al nivel superior y de formación de ingenieros nacionales. Un curso de matemáticas se puede estudiar según varios enfoques : nos trae informaciones sobre su autor, sobre la institución educativa donde se transmite y sobre las nociones matemáticas que aborda. A través del estudio del curso de geometría analítica de Pombo, buscamos por una parte revelar el papel de su autor en la enseñanza de las matemáticas en la Nueva Granada. Por otra parte, el estudio de su contenido y la puesta en evidencia de elementos característicos nos permite entender la reflexión de Pombo sobre el método analítico y el proceso de apropiación de saberes que acompaña la concepción de su curso.

### 5.2.10 TEORÍA DE NÚMEROS Y COMBINATORIA

**CÓDIGOS LINEALES EN VARIEDADES  
PROYECTIVAS SOBRE CAMPOS FINITOS  
*FELIPE ZALDÍVAR, DEPARTAMENTO DE  
MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA-I***

La teoría de códigos lineales tiene varias vertientes algebraicas, aritméticas y geométricas. En esta plática se introducen los códigos lineales en un lenguaje algebraico sencillo, mostrando su relación con temas algebraicos tales como la teoría de representaciones de grupos finitos y puntos racionales sobre campos finitos de algunas variedades proyectivas. Usando el lenguaje de la geometría de variedades proyectivas se traslada la noción de código lineal a la de un sistema proyectivo siguiendo las ideas de Tfasman y Vladut. La construcción de códigos lineales usando el conjunto de puntos racionales de variedades proyectivas definidas sobre campos finitos se tratará como un problema de descenso de Galois, de la variedad proyectiva vista sobre una cerradura algebraica del campo finito dado a sus puntos racionales en el espacio proyectivo sobre el campo finito. Se darán ejemplos de códigos construidos usando los puntos racionales de subvariedades algebraicas de la Grassmanniana.

### 5.2.11 PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

**MARKOV ADDITIVE PROCESSES**  
**VICTOR RIVERO, CENTRO DE**  
**INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS CIMAT -**  
**MÉXICO**

The purpose of this talk is to give an overview of the class of stochastic processes called “Markov additive”, which arise in queuing theory, risk theory, mathematical finance, statistical physics, the theory of stable processes, among others. These processes have two coordinates, say  $X$  and  $Y$ , the first describes a spatial displacement, featuring independent increments conditionally on the environment, which is described by  $Y$ , and  $Y$  is a general Markov process. Roughly,  $X$  is a random walk, whose increments have a law that depend on the state of  $Y$ , which evolves in a memoryless way. Furthermore, we will describe the connection of these processes with the class of stable process, via the so called Lamperti transformation, and describe how this connection allows to derive further results on stable and related processes. It is worth pointing out that stable processes play a crucial role in analysis and potential theory.

**REPRESENTACIÓN ESTOCÁSTICA DE**  
**ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES**  
**NO-LINEALES**  
**DANIEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, CENTRO**  
**DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS**  
**CIMAT - MÉXICO**

En esta plática abordaremos la conexión entre ecuaciones diferenciales parciales y procesos estocásticos. Se revisarán resultados clásicos como la relación entre la ecuación del calor y el movimiento Browniano, así como la representación de ecuaciones lineales a través de la fórmula de Feynman-Kac. Las ecuaciones no lineales de Hamilton-Jacobi-Bellman serán analizadas utilizando problemas de optimización de procesos estocásticos controlados. Se proporcionarán varios ejemplos para ilustrar la gran variedad de ecuaciones a las que se puede llegar con este enfoque.

## 5.3 Cursos

### 5.3.1 ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICOS

#### INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA CELESTE Y SUS PROBLEMAS ABIERTOS

*JOHN ALEXANDER*

*ARREDONDO, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA*

*KONRAD LORENZ*

Durante el cursillo se presentarán los principios físicos y matemáticos involucrados en el problema de los  $n$ -cuerpos, el problema fundamental de la mecánica celeste, y nos centraremos en estudiar los diversos métodos para encontrar soluciones particulares: equilibrios relativos, configuraciones centrales, soluciones homográficas. Durante todas las sesiones se hará énfasis en la descripción de los diversos problemas abiertos que actualmente se trabajan en este campo.

#### UN SISTEMA DINÁMICO DE DIMENSIÓN INFINITA: SISTEMA DIFUSIVO PRESA-DEPREDADOR CON EFECTO ALLEE ADITIVO

*AIDA PATRICIA GONZALEZ*

*NIEVA, UNIVERSIDAD DEL CAUCA*

En este cursillo estudiaremos la dinámica de un sistema presa-depredador teniendo en cuenta la difusión de las dos poblaciones y además el efecto Allee. Primero, discutiremos un modelo matemático que consiste en dos ecuaciones diferenciales parciales difusivas y explicaremos algunos aspectos relacionados con las hipótesis y consideraciones ecológicas del modelo. Después, presentaremos la teoría de linealización para sistemas dinámicos en ecuaciones diferenciales ordinarias, Teorema de Hartman-Grobman y estabilidad para sistemas planares. Finalizaremos, mostrando un resultado de estabilidad global del estado de equilibrio de coexistencia para el sistema de dimensión infinita, ecuaciones diferenciales parciales difusivas, discutido al comienzo, usando la función de Lyapunov pero para el problema con difusión

que se encuentra en el artículo *Dynamics of a diffusive predator-prey model with additive Allee effect*.

### 5.3.2 ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

**LA HISTORIA DE LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA: ¡UNA OPORTUNIDAD!**  
**BERNARDO RECAMÁN SANTOS, LICEO JUAN RAMÓN JIMÉNEZ; UNIVERSIDAD DE LOS ANDES; UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA**

El ponente, autor del libro "Los números, una historia para contar" (Taurus 2002, Colombia aprendiendo 2016), mostrará cómo la historia de la matemática puede ser una magnífica forma de motivar a los estudiantes en el estudio de las matemáticas y la mejor manera de integrar esta disciplina con las demás disciplinas de la educación básica. Haremos un rápido recorrido histórica de la matemática a través de algunos de sus más célebres problemas y de quienes se enfrentaron a ellos.

**ADJUNCIÓN EN CONJUNTOS ORDENADOS**  
**LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

En este cursillo se propone estudiar la noción de adjunción en conjuntos ordenados y presentar numerosos ejemplos en los que esta noción aparece naturalmente. Además se mostrarán algunas aplicaciones donde se utiliza esta adjunción como herramienta para demostrar conocidos teoremas de manera bastante sencilla.

Sesión 1: Conjuntos ordenados y funciones isótonas. Cotas superiores e inferiores, extremo superior y extremo inferior.

Sesión 2: Funciones adjuntas y conexiones de Galois. Caracterización y propiedades fundamentales. Primeros ejemplos.

Sesión 3: Aplicaciones. Teoremas de correspondencia (para grupos, para anillos, para otras estructuras algebraicas). Topologías iniciales y finales. Teoría de Galois.

### 5.3.3 MATEMÁTICAS APLICADAS

**MODELOS MATEMÁTICOS: CONECTANDO  
CONCEPTO, DISEÑO Y DESARROLLO DE  
BIOBRICKS EN BIOLOGIA SINTETICA**

***JUAN CARLOS RIVEROS***

***MEDINA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA - SEDE BOGOTÁ -***

***DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA  
Y AMBIENTAL***

***EDGAR BABATIVA GÓMEZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE BOGOTÁ -  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA  
Y MECATRÓNICA***

La biología sintética es una disciplina de ingeniería apoyada en la comprensión mecanicista de la biología molecular para programar microorganismos y que desarrollen nuevas funciones. Para que tal manipulación sea predecible en una célula se requiere que el modelado matemático y las técnicas experimentales trabajen en conjunto. El componente de modelado permite diseñar circuitos biológicos y analizar su comportamiento. El componente experimental combina los modelos diseñados con sistemas reales proporcionando datos cuantitativos y conjuntos de Bio-bricks (ladrillos biológicos) que se pueden utilizar para construir circuitos biológicos complejos. Existen en el mundo ejemplos suficientes en el uso combinado de modelos y métodos experimentales que han sido exitosos, y que refuerzan la idea de utilizar microbios artificiales como plataforma tecnológica. La Biología Sintética es una nueva disciplina científica donde los modelos matemáticos sirven de vínculo entre el concepto y la realización de un circuito biológico. En el cursillo se mostrarán los conceptos y metodologías de modelado matemático más relevantes para la biología sintética, incluyendo los supuestos que subyacen al modelo, los tipos de marcos de modelización (deterministas y estocásticos) y la importancia de la estimación y optimización de parámetros en el modelado. Adicionalmente se expondrán técnicas matemáticas utilizadas para analizar un modelo como análisis de sensibilidad y análisis de bifurcación, que permiten la identificación de las condiciones que hacen que un circuito biológico sintético se comporte de una manera deseada. Respecto de los modelos matemáticos de los sistemas biológicos,

estos pueden clasificarse en dos tipos principales: determinista y estocástico. El determinista emula un sistema real con ecuaciones analíticas (generalmente ODEs o PDEs, ecuaciones diferenciales ordinarias o parciales) que incluyen parámetros numéricos. Estas ecuaciones suelen ser los equilibrios de masa en las especies celulares, y el estado del sistema predicho por este modelo es reproducible. Por el contrario, un modelo estocástico trata de representar un sistema real con partículas o especies que interactúan aleatoriamente. La velocidad de cada reacción entre las especies sigue una ecuación probabilística, el tiempo entre las reacciones también puede variar. Los modelos estocásticos suelen incorporar las fluctuaciones y el ruido inherentes a los sistemas biológicos reales y examinar el efecto del ruido sobre la dinámica del sistema. Es importante resaltar que el propósito de los modelos matemáticos es discernir qué partes y conexiones de un sistema son significativas, desentrañar nuevas estrategias o, a veces, corregir lo que convencionalmente se acepta como verdadero. Para ilustrar se presentarán tres estudios de caso: un oscilador metabólico, un contador sintético y una red reguladora genética del tipo down-up abajo hacia arriba, los anteriores circuitos biológicos han incorporado el modelado matemático como un componente central del diseño, que los alejan del esquema tradicional de ensayo y error de la biotecnología tradicional. Finalmente, como conclusión se puede anticipar que a medida que los avances experimentales en la biología sintética produzcan circuitos de biobricks cada vez más complejos, el modelado matemático desempeñará una función cada vez más importante como puente entre el concepto y la realización.

## OPTIMIZACIÓN Y MÁQUINAS DE VECTORES DE SOPORTE

*MARÍA GONZALEZ-LIMA, UNIVERSIDAD  
MILITAR NUEVA GRANADA*

Las Máquinas de Vectores de Soporte son técnicas muy populares de aprendizaje supervisado que permiten clasificar objetos. Sus aplicaciones son numerosas y variadas, van desde la clasificación de imágenes y textos hasta el apoyo en diagnósticos médicos, por lo cual se han convertido en temas de gran interés dentro de la Matemática Aplicada. Su uso se basa en el planteamiento y resolución de un problema de optimización cuadrático convexo de gran tamaño. En este cursillo se introducirá al tema de Máquinas de Vectores de Soporte (MVS)

y se derivarán los problemas de optimización que surgen en este contexto, así como las condiciones de optimalidad asociadas. Se comenzará el cursillo con el estudio de los problemas de optimización cuadráticos convexos generales y se probarán propiedades relevantes que luego serán traducidas y usadas para MVS, y para algunos de los métodos de resolución eficientes que han sido propuestos en la literatura.

#### 5.3.4 GEOMETRÍA

##### UNA BREVE INTRODUCCIÓN A LA SIMETRÍA DE ESPEJO

*JOHN ALEXANDER CRUZ  
MORALES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

La idea de este cursillo es presentar una breve introducción a la idea de simetría de espejo. Simetría de espejo es un área bastante activa de investigación matemática que surgió hace más de veinte años atrás en Física. Originalmente el "fenómeno de simetría de espejo" fue conjeturado para variedades de Calabi-Yau, pero posteriormente fue extendido para variedades de tipo más general, por ejemplo, variedades Fano. La idea del cursillo es empezar discutiendo el ejemplo clásico del Calabi-Yau quintic 3-fold e introducir las variantes homológica (simetría de espejo homológica) y conjetura SYZ para variedades no necesariamente de tipo Calabi-Yau. Se finalizará con la discusión de algunos problemas abiertos y tendencias actuales de investigación en el área.

##### GEOMETRÍA NO CONMUTATIVA Y GRUPOIDES DE LIE

*JORGE PLAZAS Y NICOLÁS  
MARTÍNEZ, PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
JAVERIANA  
NICOLÁS MARTÍNEZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

La geometría no conmutativa es un campo interdisciplinario de rápido crecimiento. A partir de sus raíces originales en la teoría de álgebras de operadores, la teoría del índice, y la mecánica cuántica, la geometría no conmutativa ha hecho importantes incursiones en distintas áreas de la matemática moderna. Por otro lado, las dos últimas décadas, la teoría de grupoides topológicos y de Lie, se ha prestado como marco teórico natural en diversos campos de la matemática actual tales como geometría diferencial, geometría compleja generalizada, flujos geométricos, sistemas diferenciales, topología, y cuantización geométrica. A pesar de sus orígenes y motivaciones diferentes, estas dos áreas interactúan por medio las álgebras  $C^*$  asociadas a grupos y grupoides respectivamente. En esta interacción se obtienen dos aplicaciones entre categorías particulares y relevantes en ambas teorías. Dichas aplicación son llamadas aplicación de Connes y aplicación de Weinstein (en honor a los dos exponentes principales de cada teoría). El objetivo general de este cursillo es presentar el lenguaje geométrico básico de estas dos áreas el cual permitirá definir las aplicaciones de Connes y de Weinstein. Durante el desarrollo del cursillo se mencionaran otras teorías de la matemática en las cuales la geometría no conmutativa y la teoría de grupoides han incursionado. Al plan del cursillo de 4 sesiones es el siguiente: Sesión 1: Grupoides. Definición y ejemplos. Los casos de grupoides topológicos y diferenciables. Sesión 2: Geometría no conmutativa. Definiciones básicas y ejemplos. Álgebras  $C^*$  para grupos Sesión 3: Grupos y algebras de Lie. Grupoides y algebroides de Lie. Álgebras  $C^*$  para grupoides. Sesión 4: Las aplicación de Connes y la aplicación de Weinstein

**INTRODUCCIÓN A SUPERVARIETADES  
DIFERENCIABLES Y COMPLEJAS  
DANIEL MAYA DUQUE, CINVESTAV  
JOAQUÍN MAYA DUQUE, CINVESTAV**

La idea es dar un introducción a la geometría de supervariedades en un minicurso de tres sesiones con los siguientes contenidos.

La primera sesión estaría destinada a introducir el lenguaje necesario y los conceptos básicos en supermatemáticas como variedades, haces vectoriales, haces y cohomología de haces, entre otros. Posteriormente se daría una breve motivación histórica para el estudio de supervariedades.

En la segunda sesión se introducirían los conceptos de superespacios y superálgebras, las reglas de signos, la definición de supervariedades, algo de geometría diferencial en supervariedades y muchos ejemplos.

En la tercera sesión se trataría la relación entre supervariedades y haces vectoriales. Introduciríamos la clase de superpervariedades que se escinden y expondríamos algo de las obstrucciones para que esto ocurra en el caso holomorfo. Cualquier inquietud, acción adicional o comentarios, no duden en escribirme que con mucho gusto estaré dispuesto a responder.

### 5.3.5 TOPOLOGÍA

PROCESOS DE OPTIMIZACIÓN EN TOPOLOGÍA  
*JOSÉ REINALDO MONTAÑEZ*  
 PUENTES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
 COLOMBIA  
*GIL ALBERTO DONADO*  
 NÚÑEZ, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA  
 NACIONAL  
*JORGE ADELMO HERNÁNDEZ*  
 PARDO, UNIVERSIDAD DISTRITAL  
 FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

En el trabajo de las matemáticas es frecuente enfrentar problemas cuya solución se busca o bien en el interior del universo donde se ubica el problema o bien por fuera del mismo. En general estos hechos conducen a pensar en optimizar los universos o en mejorar los objetos de trabajo. Para citar algunos ejemplos en categorías, universos de nuestro interés, al considerar la categoría de los espacios completamente regulares se observa que sus espacios se pueden compactar de manera óptima, optimización que se obtiene por medio del funtor “Compactado de Stone ?ech”. A un espacio pseudométrico se le puede asociar el mejor espacio métrico y a su vez a todo espacio métrico se le puede asociar un espacio métrico completo. En un contexto algebraico, a todo grupo se le puede asociar el mejor grupo abeliano contenido en él. Y finalmente a un prehaz de conjuntos definido sobre los abiertos de un espacio topológico se le puede asociar el mejor haz. Estas ideas se cristalizan en categorías para llegar a

las nociones de subcategoría reflexiva y correflexiva, que expresan nociones de mejoramiento y densidad. Para citar algunos ejemplos alrededor de estos conceptos, al tratar de buscar una subcategoría de  $\text{Top}$  que sea cartesiana cerrada, esto es que tenga estructura natural para los exponentes, como la categoría de los conjuntos, se llega a que la categoría de los espacios secuenciales es una subcategoría reflexiva de  $\text{Top}$  que resuelve el problema por dentro, pero también el problema se resuelve por fuera de  $\text{Top}$ , y lo resuelven entre otros la categoría de los espacios Pre-topológicos. Ahora bien, muchos de los conceptos de la teoría de topos son motivados desde la topología, los primeros topos en el tiempo fueron los topos de Grothendieck, que son en el fondo categorías de haces, estos universos amplían la visión de espacio y pueden considerarse espacios generalizados, al respecto la categoría de los prehaces de conjuntos definidos sobre los abiertos de un espacio topológico son una subcategoría reflexiva de la categoría de los haces. Las nociones de reflexividad y correflexividad, objeto de nuestro trabajo, se revisarán en este cursillo entre otros en el álgebra, la topología, la topología categórica y en la teoría de haces.

## 5.4 Conferencias Contribuidas 20MIN

### 5.4.1 ÁLGEBRA

#### UNIVERSAL DEFORMATION RINGS FOR COMPLEXES OVER FINITE-DIMENSIONAL ALGEBRAS

*JOSE A. VELEZ-MARULANDA, VALDOSTA  
STATE UNIVERSITY*

Let  $\Lambda$  be a finite dimensional algebra over a field  $k$  of arbitrary characteristic. In this talk we prove that if  $V^\bullet$  is an object in the bounded derived category of  $\Lambda$  such that all its terms are (maximal) Cohen-Macaulay  $\Lambda$ -modules and its endomorphism ring as an object of the singular category of  $\Lambda$  is trivial, then  $V^\bullet$  has an universal deformation ring  $R(\Lambda, V^\bullet)$ , which is a local complete commutative and Noetherian  $k$ -algebra with residue field also equal to  $k$ .

**EL PROBLEMA DE CLASIFICACIÓN DE LA  
P-ÁLGEBRAS DE LIE SIMPLES.  
CARLOS RAFAEL PAYARES GUEVARA.,  
ALEXANDRE GRICHKOV, UNIVERSIDAD DE  
SAO PAULO-BRASIL (IME-USP)**

El problema de Clasificación de las  $p$ -álgebras de Lie simples de dimension finita sobre un cuerpo algebraicamente cerrado de característica prima  $p \in \{2, 3\}$  (en particular de las  $p$ -álgebras de Lie simples) fue totalmente resuelto en el 2008 por H. Strade, A. Premet, R. Wilson y R. Block. Para  $p \in \{2, 3\}$  hoy en día es un problema abierto. En esta charla abordaré el problema de clasificación de las  $p$ -álgebras de Lie simples sobre un cuerpo algebraicamente cerrado de característica 2 y de las 2-álgebras de Lie simples.

**UNA NUEVA FAMILIA INFINITA DE DIGRAFOS  
FUERTEMENTE REGULARES CON GRUPOS DE  
AUTOMORFISMOS SEMIRREGULARES.  
JUAN MANUEL MONTOYA, UNIVERSIDAD DE  
PAMPLONA**

Tomando como base principal de esta charla el artículo titulado "Partial sum quadruples and bi-Abelian digraphs" escrito por los autores Araluze, Kovács, Kutnar, Martínez y Marusic, trabajamos un tipo de grafo dirigido fuertemente regular, el cual posee grupos de automor

fismos semirregulares. Dichos grafos los obtenemos a partir de cuádruplas de sumas parciales sobre grupos cíclicos con dos órbitas. El objetivo principal de la charla es dar una construcción de cuádruplas de sumas parciales sobre grupos cíclicos de orden  $4p+2$ , siendo  $p$  un número entero, ya que los autores del artículo citado anteriormente solamente encontraron cuádruplas de sumas parciales sobre grupos cíclicos de orden 6, 10 y 14.

**PBW BASES FOR SOME 3-DIMENSIONAL SKEW  
POLYNOMIAL ALGEBRAS**

*ARMANDO REYES, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ  
HÉCTOR SUÁREZ, UNIVERSIDAD  
PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE  
COLOMBIA, SEDE TUNJA*

In this talk we establish necessary and sufficient algorithmic conditions to guarantee that an algebra is actually a 3-dimensional skew polynomial algebra in the sense of Bell and Smith.

*ANILLOS EPSILON FUERTEMENTE  
GRADUADOS  
HECTOR PINEDO TAPIA, UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER  
JOHAN OINERT, BLEKINGE INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY  
PATRIK NYSTEDT, UNIVERSITY WEST*

Introducimos la clase de los anillos epsilon fuertemente graduados, veremos que esta contiene propiamente a las clases de los anillos graduados y las de los productos cruzados por acciones parciales unitarias. Determinaremos cuando los anillos epsilon fuertemente graduados son separables sobre su componente principal, generalizando así simultáneamente este resultado conocido para álgebras fuertemente graduadas y productos cruzados parciales.

*Quantum subgroups of simple twisted quantum  
groups at roots of one  
JAVIER GUTIÉRREZ, CONICET UNLP ARG -  
UNAL BOGOTÁ*

In the talk, we present a contribution to the Hopf algebras classification problem over a closed algebraic field of characteristic zero. Andruskiewitsch y García classified all quantum subgroups of the non twisted case, we show a generalization of this one. In particular, all quantum subgroups of the twisted quantum group defined by Costantini and Varagnolo were classified.

Also, we show new Hopf algebra examples in two ways, those that appear as a 2-cocycle deformation of the non twisted case and those that no necessarily. This talk is based in the paper the same title of this talk, it was made with Gastón Andrés García available [arxiv.org/abs/1601.00897](https://arxiv.org/abs/1601.00897).

**CALABI-YAU PROPERTY FOR GRADED SKEW  
PBW EXTENSIONS  
HÉCTOR JULIO SUÁREZ  
SUÁREZ, UNIVERSIDAD NACIONAL, BOGOTÁ  
- UPTC, TUNJA**

Graded skew PBW extensions were defined as a generalization of graded iterated Ore extensions. In this talk we present the Artin-Schelter regularity and the (skew) Calabi-Yau condition for graded skew PBW extensions. We prove that every graded quasi-commutative skew PBW extension of an Artin-Schelter regular algebra is an Artin-Schelter regular algebra and, more general, graded skew PBW extensions of a finitely generated connected Auslander-regular algebra, are Artin-Schelter regular algebras. As a consequence, every graded quasi-commutative skew PBW extension of a finitely generated connected skew Calabi-Yau algebra is skew Calabi-Yau, and graded skew PBW extensions of a finitely generated connected Auslander-regular algebra are skew Calabi-Yau.

**PANOV'S THEOREM ON ITERATED HOPF ORE  
EXTENSIONS  
FABIO CALDERÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ**

An Ore extension  $A = R[x; \sigma, \delta]$  is said to be a Hopf Ore extension (HOE) if  $A$  is a Hopf algebra,  $R$  is a Hopf subalgebra of  $A$  and the relation  $\Delta(x) = x \otimes r_1 + r_2 \otimes x$  holds for some  $r_1, r_2 \in R$ . Panov's Theorem (2003) gives necessary and sufficient conditions for an Ore extension to be a HOE. Furthermore, recent work of Wang (2013) had generalized this Theorem relaxing the relation given above; and Brown et al. (2014) extended it to iterated Hopf Ore extensions (IHOE), that is, a Hopf algebra  $H$  containing a chain

of Hopf subalgebras  $F = H_{(0)} \subseteq \cdots \subseteq H_{(i)} \subseteq H_{(i+1)} \subseteq \cdots \subseteq H_{(n)} = H$  with each of the extensions  $H_{(i+1)} := H_{(i)}[x_{i+1}, \sigma_{i+1}, \delta_{i+1}]$  being a HOE. In this talk we will give a review on those results, some examples and a brief discussion of analogues in a more general class of non-commutative rings.

**COMPUTATIONAL PROOF OF QUILLEN-SUSLIN  
THEOREM FOR ORE EXTENSIONS  
WILLIAM FAJARDO, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA  
OSWALDO LEZAMA, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA**

In this short talk we prove that if  $K$  is a field and  $A := K[x; \sigma, \delta]$  is an Ore extension, with  $\sigma$  bijective, then every finitely generated projective  $A$ -module is free. The proof is constructive and we will show an algorithm that computes the basis of a given projective module. The algorithm has been implemented in a computational package, and some illustrative examples will be presented using this new experimental software. *Key words and*

*phrases.* Projective modules, Ore extensions, non commutative computational algebra. 2010 *Mathematics Subject Classification.*

*tion.* Primary: 16Z05. Secondary: 16D40, 15A21.

**SOME DERIVED CATEGORIES RELATED WITH  
QUANTUM GROUPS  
JUAN CAMILO ARIAS, UNIVERSIDAD DE LOS  
ANDES**

Let  $g$  be a simple Lie algebra over  $C$  and let  $U_q$  denote its quantum enveloping algebra with divided powers. In the category of finite dimensional  $U_q$ -modules we define tilting modules as modules which have a Weyl filtration and a good filtration. They form a Krull-Schmidt category closed under tensor products and duals, denote it by  $\mathcal{T}$ . This category of tilting modules has a remarkable quotient category,  $\mathcal{F}$ , which is a fusion category and can produce invariants of 3-manifolds. In this talk, using the well

known fact that the bounded derived category of finite dimensional modules over  $U_q$  is equivalent to the bounded homotopy category of  $\mathcal{T}$ , we give an analogous construction of the fusion category in the derived level, we show that it is not semi-simple anymore and we present a characterization of it.

**BAER AND ARMENDARIZ PROPERTIES OVER  
SKEW POINCARÉ-BIRKHOFF-WITT  
EXTENSIONS  
DIEGO ARTURO NIÑO TORRES**

In this talk we present a notion of Armendariz ring for skew Poincaré-Birkhoff-Witt extensions. We proceed with the study on the relationship between the ring theoretical properties of being Baer, quasi-Baer, p.p. and p.q.-Baer of a ring  $R$  and a skew PBW extension  $A$  over  $R$ .

**ÁLGEBRAS DE GRUPO SEMIPRIMAS E  
INVOLUCIONES ORIENTADAS  
ALEXANDER HOLGUÍN-VILLA, UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS  
JOHN H. CASTILLO GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE  
NARIÑO - UDENAR**

Sea  $R$  un anillo. Un subconjunto  $H$  del grupo de las unidades  $U(R)$  satisface una identidad de grupo (por brevedad,  $H \in IG$ ), si existe una palabra no-trivial reducida  $w(x_1, x_2, \dots, x_n)$  en el grupo libre generado por  $\langle x_1, x_2, \dots \rangle$  tal que  $w(u_1, u_2, \dots, u_n) = 1$  para todos  $u_i \in H$ . Cuando se considera una involución  $*$  sobre el álgebra de grupo  $FG$ , es posible mostrar que algunos subconjuntos especiales del grupo de las unidades  $U(FG)$ , construidos con esta involución y satisfaciendo una  $IG$  determinan la estructura del álgebra completa  $FG$ . Presentamos en esta *Comunicación* algunos nuevos resultados acerca de álgebras de grupos semiprimas de grupos torsión tales que  $U^+(FG) \in IG$  con respecto a la *involución clásica orientada*, resultados que dan continuidad a trabajos previos en el área.

**Bibliografía**

J. H. Castillo and A. Holguín-Villa, *Oriented group involutions in*

*group algebras: a survey.* São Paulo J. Math. Sci. 10 (2016):228-247.

J. H. Castillo Gómez and C. Polcino Milies, *Lie properties of symmetric elements under oriented involutions.* Commun. Algebra 40 (2012):4404-4419.

A. Giambruno, S. K. Sehgal and A. Valenti A, *Symmetric units and group identities.* Manuscripta Math., 96 (1998):443-461.

A. Holguín-Villa, *Oriented involutions and group identities on symmetric units of group algebras.* 2016, Preprint. arXiv:1512.01534v2

ON BAUMSLAG-SOLITAR GROUPS  
**JOSÉ GREGORIO RODRÍGUEZ**  
 NIETO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
 COLOMBIA-MEDELLÍN  
**OLGA PATRICIA SALAZAR**  
 DÍAZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
 COLOMBIA-MEDELLÍN  
**JHON JADER MIRA ALBANÉS, UNIVERSIDAD**  
**NACIONAL DE COLOMBIA-MEDELLÍN**

Baumslag-Solitar groups constitute an important family of counterexamples in combinatorial group theory. They were first introduced by Baumslag and Solitar in [1], in order to get non-Hopfian one-relator group presentations. Furthermore, they are given by the following general presentation form

$$BS(m, n) = \langle x, y \mid xy^m x^{-1} = y^n \rangle$$

Among many properties of these groups, we have those of being residually finite and hopfian under some restrictions, in this talk we study their representations in  $SL(2, C)$ , [3] and we will determine completely, whether or not a Baumslag-Solitar group is the group of a 2-bridge virtual knot groups, see [2]. At the end, we will speak about the center of these groups.

#### Bibliografía

Baumslag, G and Solitar, D., Some two generator one-relator non-Hopfian groups. Bull. Amer. Math. Soc. Vol 689 (1962) 199–201.

Mira-Albanés, J. J., Rodríguez-Nieto, J. G. and Salazar-Díaz,

O. P., Some Baumslag-Solitar groups are two-bridge virtual knot groups. *Journal of Knot Theory and Its Ramifications*, Vol 26 N 4 (2017).

Rodríguez-Nieto, J. G., On non-abelian representations of Baumslag-Solitar groups. To appear in: *Revista Colombiana de matemáticas* (2017)

**EQUIVALENCIA ARITMÉTICA VÍA  
REPRESENTACIONES DE GALOIS  
JERSON LEONARDO CARO  
REYES, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

A good example of the power of Algebraic Number Theory can be seen when it is used to find solutions to the Diophantine equation  $x^2 + y^2 = z^2$ , with  $xyz \neq 0$  and pairwise coprimes. For this purpose, we express this equation in  $[i]$  as  $(x+yi)(x-yi) = z^2$ . Assuming that this ring is a Unique Factorization Domain and since  $(x+yi, x-yi) = 1$ , we get that  $x+yi$  is a square in  $[i]$ , that is,  $x+iy = (p+iq)^2$ , and we obtain

$$x = p^2 - q^2, \quad y = 2pq, \quad z = p^2 + q^2.$$

In this sense, and with a similar process, Gabriel Lamé in March of 1847 gave a “proof” of Fermat’s last theorem using the factorization in  $[\zeta]$ , where  $\zeta$  is a  $n$ -primitive root of the unity,

$$x^n + y^n = (x+y)(x+\zeta y)(x+\zeta^2 y) \cdots (x+\zeta^{n-1} y).$$

However, he assumed that this ring was a UFD. A few years before this, Kummer had already discovered that such unique factorization properties did not necessarily hold in these rings. He introduced the notion of ideals in an attempt to salvage the lack of unique factorization. Furthermore, he introduced the class number, which is the order of the quotient of all fractional ideals by the principal ideals, and an analytic formula describing it from the Dedekind zeta function  $\zeta_K(s)$  in cases like  $Q(i)$ . On the other hand, the Dirichlet theorem on arithmetic progressions is also obtained by studying  $\zeta_K(s)$  and more generally the Tchebotarev density theorem, since Dirichlet density is defined using the fact that this zeta function has a singularity at 1. Then a natural question is: What are some necessary and sufficient conditions over two number fields so that these fields have the same Dedekind zeta function? In 1977, Robert Perlis showed a characterization of the number fields via the Dedekind zeta function

which he calls arithmetic equivalent [2]. The proof uses some results in complex analysis and group theory. It begins with two number fields  $K$  and  $K'$  and a Galois extension  $N/Q$  with  $K, K' \subset N$ , thus, he considers the subgroups  $H := \text{Gal}(N/K)$  and  $H' := \text{Gal}(N/K')$  of  $G := \text{Gal}(N/Q)$ . He proves that this fields are arithmetic equivalents if and only if the groups  $H$  and  $H'$  have a special property as subgroups of  $G$ , called Gassmann equivalence i.e.,  $|c^G \cap H| = |c^G \cap H'|$ , for all  $c \in G$  and  $c^G = \{g c g^{-1} : g \in G\}$ . In order to show that, he uses a intermediate step using the ramification of the primes in  $Q$ . In 2016 Mantilla-Soler [1] improves Perlis' result using Artin L-series of Galois Representations. In order to achieve this, he weakens the hypothesis in the intermediate step of Perlis' proof. The objectives of this thesis are the following: First, we show an alternative proof of [1], so that it can be understood by people with less expertise in Galois Representations. Second, we give a proof of another characterization of arithmetic equivalence, using the tools stated above.

#### Bibliografía

Mantilla-Soler, Guillermo *A characterization of arithmetic equivalence via Galois representations*. preprint on webpage at <http://matematicas.uniatilla/>

Perlis, Robert. *On the equation  $\zeta_K(s) = \zeta_{K'}(s)$*

## CÓDIGOS DE SUBESPACIOS CUASI-CICLICOS Y GENERALIZACIONES

*ISMAEL GUTIERREZ GARCIA, UNIVERSIDAD DEL NORTE*

*IVAN MOLINA NAIZIR, UNIVERSIDAD DEL NORTE*

En esta charla consideramos el problema de construir códigos de subespacios cuasi-cíclicos. Unas de las herramientas conocidas son los polinomios linealizados y las funciones de Frobenius. Los códigos cíclicos y cuasi-cíclicos pueden verse como órbitas de la acción de una permutación bien particular,  $\sigma = (1, 2 \dots n)$ . Una alternativa para construir nuevos códigos es considerar conjuntos subespacios de  $F_q^n$  que sean invariantes bajo otro tipo de permutaciones ( $F_q$  denota el cuerpo finito con  $q$  elementos). Este es un problema complejo desde el punto de vista computacional y presentamos algunos avances en esa dirección

**ALGUNOS MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN DE  
CÓDIGOS DE SUBESPACIOS Y CÓDIGOS  
MATICIALES**  
*EUDEL CAMARGO C., UNIVERSIDAD DEL  
MAGDALENA*  
*ISMAEL GUTIERREZ G., UNIVERSIDAD DEL  
NORTE*

En esta ponencia presentamos con detalles algunos métodos modernos para la construcción de códigos de subespacios y códigos matriciales. Por ejemplo, el proceso de elevación, la construcción multinivel y los diagramas de Ferrer. Estas técnicas tienen como punto de partida un código de la teoría clásica para obtener códigos Grassmannianos o de dimensión constante con tamaños considerables. Sea  $F_q^n$  el espacio vectorial  $n$ -dimensional sobre el cuerpo finito,  $F_q$ , donde  $q$  es potencia de un número primo. Con  $P_q(n)$  denotamos el conjunto de todos los subespacios vectoriales de  $F_q^n$ , incluidos los triviales. Llamamos a  $P_q(n)$  el espacio proyectivo de orden  $n$  sobre  $F_q$ . Para un número natural fijo  $k$ ,  $k \leq n$ , notamos con  $G_q(k, n)$  el conjunto de todos los subespacios de  $F_q^n$  que tienen dimensión  $k$  y lo llamamos la  $k$ -Grassmanniana. Un *código de subespacios*  $C$  es un subconjunto no vacío de  $P_q(n)$ . Un *código Grassmanniano o de dimensión constante*  $C$  es un subconjunto no vacío de  $G_q(k, n)$ . Un elemento de un código  $C$  es llamado un *codeword*. En  $P_q(n)$  definimos la métrica de subespacio  $d_S$  y de inyección  $d_I$ . Se introduce el concepto de La forma escalonada Ferrer de  $v$ , notada con  $EF(v)$  y de diagrama Ferrer  $\mathcal{F}$ . Para un vector  $v \in F_q^n$ , con peso  $k$ , las filas de  $EF(v)$  forman una base para un conjunto de subespacios de  $G_q(k, n)$ , sin embargo cada elemento  $X$  en  $G_q(k, n)$  se puede asociar a un único vector binario  $v(X)$ , todos los subespacios asociados a  $v(X)$  forman una célula de Schubert, las cuales realizan una partición de  $G_q(k, n)$  en  $\binom{n}{k}$

$k$  clases distintas. En  $F_q^{n \times m}$  la distancia del rango  $d_R$  se define cómo  $d_R(X, Y) := \text{rank}(Y - X)$ . Un código  $C_{\mathcal{F}}$  se llama un  $[\mathcal{F}, \varrho, \delta]$ -código con la métrica del rango y diagrama Ferrer  $\mathcal{F}$ , si todos sus codewords son matrices  $m \times n$  en las que todas las entradas que no estén en  $\mathcal{F}$  son cero, estas forman un código con la métrica del rango de dimensión  $\varrho$ , y distancia mínima  $\delta$ . Teorema 1. Sea  $\mathcal{F}$  un diagrama Ferrer  $m \times n$ ,  $m \geq n$ . Asuma que cada una de las  $\delta - 1$  columnas que están a la derecha de  $\mathcal{F}$  tienen  $m$  puntos, y las  $i$ -ésimas columnas de la izquierda de  $\mathcal{F}$  tienen  $\gamma_i$  puntos. Entonces  $C_{\mathcal{F}}$  es un  $[\mathcal{F}, \sum_{i=1}^{\delta-1} \gamma_i, \delta]$ -código. Teorema 2. Sean  $X$  y

Y dos matrices en  $F_q^{n \times m}$   $d_S(X, Y) \geq d_H(v(X), v(Y))$   
 $d_I(X, Y) \geq d_{asym}(v(X), v(Y))$   $d_H$  y  $d_{asym}$  son las distancias de Hamming y la distancia asimétrica respectivamente los Teoremas 1 y 2 nos permiten elevar un código matricial a un código de subespacio con una distancia mínima predeterminada por un código clásico.

UNIQUENESS OF HILBERT SERIES FOR SKEW  
PBW ALGEBRAS

*JOSÉ OSWALDO LEZAMA*

*SERRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ*

*WILLIAM PEÑA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ*

Based in a recent paper by Jason Bell and James J. Zhang, published in Proc. Amer. Math. Soc. (2017), in this short talk we will investigate the uniqueness of Hilbert series for semi-commutative skew *PBW* algebras. Key words and phrases. Non-

commutative algebra, graded rings, Hilbert series, skew *PBW* extensions. 2010 Mathematics Subject Classification. Primary:

16S38. Secondary: 16W50, 16S80, 16S36.

ANILLOS PURO-SEMISIMPLES Y  
PRERRADICALES

*EDER SANTIAGO MARTELO*

*GOMEZ, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
METROPOLITANA*

Para un anillo  $R$  asociativo con unidad, las siguientes condiciones son equivalentes: (1)  $R$  es semisimple. (2) Todo  $R$ -módulo es inyectivo. (3) La retícula de prerradicales  $R$ -pr es booleana finita. (4) Todo  $R$ -módulo es semisimple. Sin embargo, si se considera  $R$  un anillo puro-semisimple izquierdo, esto equivale a que todo  $R$ -módulo izquierdo es puro-inyectivo; más aún, se prueba que la condición de ser puro-semisimple es equivalente a que todo  $R$ -módulo izquierdo es una suma directa de módulos finitamente

generados. Por otro lado, aunque los resultados obtenidos acerca de la retícula de prerradicales de esta clase de anillos no son abundantes, se da una cota para la cardinalidad de dicha retícula.

**AR-QUIVERS OF SOME P-EQUIPPED POSETS**  
***IVON DORADO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE***  
***COLOMBIA***

In a joint work with Raymundo Bautista, we show that the categories of representations and corepresentations of  $p$ -equipped posets are equivalent to subcategories of modules over certain algebras. In fact, the subcategory of their finitely generated objects has almost split sequences. Then, we describe some properties of a component of the Auslander-Reiten quiver of  $p$ -equipped posets. These results allow us to construct, in the usual way, the AR-quiver of some  $p$ -equipped posets.

**UNIQUENESS OF HILBERT SERIES FOR SKEW**  
**PBW ALGEBRAS**  
***WILLIAM EDUARDO PEÑA, UNIVERSIDAD***  
***NACIONAL DE COLOMBIA***  
***JOSÉ OSWALDO LEZAMA***  
***SERRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE***  
***COLOMBIA***

Based in a recent paper by Jason Bell and James J. Zhang, published in Proc. Amer. Math. Soc. (2017), in this short talk we will investigate the uniqueness of Hilbert series for semi-commutative skew PBW algebras.

**ACCIONES DE UN SUPER-GRUPO SOBRE**  
**CATEGORÍAS SPIN-MODULAR.**  
***CESAR FERNANDO VENEGAS***  
***RAMÍREZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES***

Si  $G$  es un grupo finito y  $H := C[G]$  el álgebra de  $G$  con coeficientes en los números complejos, el doble de Drinfeld torcido de  $G$  con respecto al 3-cociclo  $\omega \in Z^3(G, C^\times)$ ,  $D^\omega(G)$ , es una álgebra quasi-hopf quasi-triangular definida sobre  $H^* \otimes H$  con operaciones definidas en función de  $\omega$ .  $D^\omega(G)$  esta relacionada con múltiples temas de física y geometría, pero en especial nos interesa que a partir de esta álgebra podemos obtener una extensión modular de la categoría de representaciones de  $G$ ,  $Rep(G)$ . Por otro lado, Deligne nos asegurará que cualquier categoría de fusión simétrica puede clasificarse en uno de dos tipos, categorías tanakianas como  $Rep(G)$  y categorías super-tanakianas como la categoría de super-representaciones de un super-grupo  $(G, z)$ ,  $Rep(G, z)$ . Esta clasificación es importante pues estamos interesados en describir las extensiones modulares de categorías simétricas, problema que ha sido solucionado para el caso tanakiano; dejando por resolver que sucede en el caso de una categoría super-tanakiana. Queriendo dar respuesta a este interrogante nuestro objetivo es construir extensiones cruzadas trenzadas de las extensiones modulares  $\mathcal{B}$  de  $Rep(Z/2Z, \bar{1})$ ; para lo cual es necesario describir las super-acciones de un super-grupo  $(G, z)$  sobre categorías Spin-modular, y en especial estudiar el caso de las super-acciones sobre  $\mathcal{B}$ , lo cual será el tema principal a tratar en esta charla. Este trabajo ha sido realizado en colaboración con César Galindo de la Universidad de los Andes.

#### 5.4.2 ANÁLISIS

**A PRODUCT FORMULA AND EVOLUTION  
 FAMILIES OF NONEXPANSIVE MAPPINGS  
 LUIS BENITEZ-BABILONIA, UNIVERSIDAD  
 DEL SINU  
 NANCY LÓPEZ-REYES, UNIVERSIDAD DE  
 ANTIOQUIA**

The so-called product formula given by Simeon Reich and David Shoikhet is one way to obtain a one-parameter semigroups of holomorphic self-mappings in  $D$  by means of the limit of a family of holomorphic self-mappings on  $D$ . In this work we use their techniques to obtain a product formula for a two-Parameters commuting family of nonexpansive mappings on  $D$ . Also, we establish such a formula for the family of non-linear resolvent of a strongly  $ho$ -monotone functions on  $D$  and their relation with evolution families of nonexpansive mappings on  $D$ .

**WEIGHTED NORM INEQUALITIES FOR THE  
MULTILINEAR MAXIMAL OPERATOR ON  
VARIABLE LEBESGUE SPACES  
OSCAR GUZMÁN, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA**

En esta charla se discutirán condiciones necesarias y suficientes para que el Operador Maximal Multilinear de Hardy Littlewood sea acotado de  $L_{w_1}^{p_1(\cdot)}(\Omega) \times L_{w_2}^{p_2(\cdot)}(\Omega) \times \dots \times L_{w_m}^{p_m(\cdot)}(\Omega)$  a  $L_w^{p(\cdot)}(\Omega)$ , donde  $\Omega$  es un subconjunto acotado de  $R^n$ . Se definen y caracterizan los pesos  $w, w_j, j = 1, \dots, m$ , en términos de clases de Muckenhoupt. Finalmente se abordarán algunas desigualdades con pesos en el ambiente multilinear.

**FOURIER MULTIPLIERS FOR BESOV SPACES  
ON GRADED LIE GROUPS  
DUVÀN CARDONA, UNIVERSIDAD DE LOS  
ANDES  
MICHAEL RUZHANSKY, IMPERIAL COLLEGE  
LONDON**

In this talk we present some recent results on the boundedness of operators in Besov spaces on graded Lie groups. We prove a version of the Littlewood-Paley theorem on graded Lie groups. The results are applied to obtain multiplier theorems for both spectral and Fourier multipliers in Besov spaces. Our formulation of Besov spaces and our results of boundedness generalize some well known results in the subject.

**SOBRE EXTENSIONES DE LOS POLINOMIOS  
TIPO APOSTOL GENERALIZADOS  
PEDRO LUIS HERNANDEZ  
LLANOS, UNIVERSIDAD DE CONCEPCION,  
CHILE**

Bajo una ligera modificación de los parámetros asociados a los polinomios generalizados del tipo Apostol y el uso del método de las funciones generatrices, obtenemos algunos nuevos resultados relativos a las extensiones de polinomios tipo Apostol. Establecemos algunas propiedades diferenciales y algebraicas para una nueva clase de extensiones de polinomios de tipo Apostol generalizados, así como algunas otras identidades que conectan esta clase de polinomios con los números de Stirling de segunda clase, los polinomios de Jacobi, los polinomios generalizados de Bernoulli, los polinomios de Genocchi y Apostol-Euler, respectivamente.

**PROPAGACIÓN DE REGULARIDAD Y DECAÍDA  
EN LA VARIABLE  $x$  PARA LAS SOLUCIONES DE  
LA ECUACIÓN ZAKHAROV-KUZNETSOV.**

***STIVEN LEONARDO SILVA  
CASTILLO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA***

Abordamos el problema de propagación de regularidad y decaída en la variable  $x$  asociado al problema de valor inicial (PVI) de la ecuación  $k$ -generalizada Zakharov-Kuznetsov bidimensional. Además se discuten algunas propiedades importantes para este fin, invocando el buen planteamiento en los espacios de Sobolev  $H^s(\mathbb{R}^2)$  con  $s > s_k$ , donde  $s_k$  es el índice de regularidad en los datos iniciales que garantizan buen planteamiento al (PVI) de la ecuación ( $k$ -gZK), junto con estimaciones de las soluciones que son requeridas.

**PROBLEMA DE VALORES INICIALES Y DE  
FRONTERA PARA LA ECUACIÓN DE  
SCHRODINGER EN 2D**

***LILIANA ESQUIVEL, UNIVERSIDAD DE  
PAMPLONA  
ELENA KAIKINA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO  
NAKAO HAYASHI, UNIVERSIDAD DE OSAKA***

Se considera la ecuación de Schrodinger multidimensional planteada sobre el primer cuadrante, con dato de frontera de tipo Neumann. Se estudian problemas tradicionalmente importantes en la teoría de las ecuaciones diferenciales, tales como existencia de soluciones locales y globales. También interesa analizar la influencia del dato de frontera en el comportamiento asintótico de la solución. Para obtener resultados en el modelo lineal multidimensional, se propone un método basado en la teoría de Riemann-Hilbert y la teoría de las ecuaciones integrales de Cauchy. Para obtener soluciones en  $L^{\infty}$  se modifica el método basado en la factorización del grupo de evolución

**BANACH SPACES OF DELTA-SUBHARMONIC  
FUNCTIONS**  
*ARMEN JERBASHIAN, UNIVERSIDAD DE  
ANTIOQUIA*

In the unit disc of the complex plane, a Banach space of delta-subharmonic functions is introduced and a universal orthogonal decomposition for all subharmonic functions is found. In the half-plane, an orthogonality theorem is proved for the weighted, harmonic subspaces of several weighted Lebesgue spaces.

**WEIGHTED HYPERGEOMETRIC FUNCTIONS  
AND THE FRACTIONAL DERIVATIVE**  
*JOEL ESTEBAN RESTREPO*  
*TANGARIFE, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA*

Some weighted hypergeometric functions and the suitable generalization of the Caputo fractional derivation operator are introduced. For these hypergeometric functions, some linear and bilinear relations are obtained by means of the mentioned operator. Then, some of the considered hypergeometric functions are determined in the terms of the generalized Mittag-Leffler function and the Srivastava generalized polynomials. The boundary behavior of a class of weighted hypergeometric functions is described in the terms of Frostman's alpha-capacity. An application of the mentioned operator relating to the problem of the fractional calculus of variations is given.

SOBOLEV ORTHOGONAL POLYNOMIALS ON  
PRODUCT DOMAINS IN SEVERAL VARIABLES  
*NATALIA PINZÓN CORTÉS, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*  
*HERBERT DUEÑAS RUIZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*  
*OMAR SALAZAR MORALES, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

We consider the inner product  $\langle f, g \rangle = \int_{a_1}^{b_1} \int_{a_2}^{b_2} f(x, y) g(x, y) w_1(x) w_2(y) dx dy + \lambda f(c_1, c_2) g(c_1, c_2)$ , where  $\lambda > 0$ ,  $(c_1, c_2)$  is some fixed point in  $[a_1, b_1] \times [a_2, b_2]$ ,  $w_i$  is a weight function on  $[a_i, b_i]$ ,  $i = 1, 2$ , and  $c = 1 / \int_{a_2}^{b_2} \int_{a_1}^{b_1} w_1(x) w_2(y) dx dy$ . Using the ideas presented in [1], we construct the polynomials of several variables which are orthogonal with respect to such inner product for certain weight functions. And as example, the Laguerre product and the Gegenbauer product weight functions are studied.

**Bibliografía**

L. Fernández, F. Marcellán, T. Pérez, M. Piñar and Y. Xu, Existence of Sobolev orthogonal polynomials on product domains, Jour. Comp. App. Math. Vol. 284, N 15, (2015), 202-215.

BUENA COLOCACIÓN PARA UN PROBLEMA  
DE VALOR INICIAL CON CONDICIONES DE  
FRONTERA PARA LA ECUACIÓN DE BENNEY  
LUKE

*OSCAR EDUARDO ESCOBAR  
LASSO, UNIVERSIDAD DEL VALLE*  
*JOSÉ RAUL QUINTERO  
HENAÓ, UNIVERSIDAD DEL VALLE*

Los problemas de valor inicial con condiciones de frontera (exterior en adelante) para modelos dispersivos de ondas de agua han llamado la atención de muchos investigadores en los últimos años, debido a la necesidad de considerar estos modelos en dominios finitos o en semirectas, y además a la importancia en

la teoría de controlabilidad de estos modelos. Por ejemplo, el extbfIBVP de la ecuación KdV

$$u_t - u u_x + u_{xxx} = 0, \quad x \in \mathbb{R}, \quad t \geq 0, \quad u(x, 0) = h(x), \quad u(x, t) \rightarrow 0 \text{ as } |x| \rightarrow \infty$$

ha sido abordado por diferentes matemáticos. Como es bien conocido, además de la ecuación KdV, existen diversos modelos que describen fenómenos relacionados con el análisis de la dinámica de un fluido irrotacional incompresible, bien sea en un dominio acotado o en un semiplano, como la “buena’ ecuación de Boussinesq y la ecuación generalizada de Benney-Luke. La buena colocación local de extbfIBVP para la “buena ecuación de Boussinesq’

$$u_{tt} - u_{xx} + u_{xxx}(x, t) + (u^2)_{xx} = 0, \quad x \in \mathbb{R}, \quad t > 0, \quad u(x, 0) = f(x), \quad u_t(x, 0) = h(x) \tag{5.8}$$

fue establecido utilizando el principio de la contracción y una técnica de la transformada de Laplace. En esta ponencia se considerará el extbfIBVP asociado a la ecuación generalizada de Benney-Luke en la semirecta

$$u_{tt} - u_{xx} + a u_{xxx} - b u_{xxt} + p u_x^{p-1} u_{xx} + 2 u_x^p u_{xt} = 0, \quad x > 0, \quad t > 0, \quad u_x(0, t) = h_1(t), \quad u_t(x, 0) = f_1(x), \quad u(x, 0) = f_2(x),$$

donde las funciones  $f_i$  y  $h_i$  pertenecen a espacios apropiados de tipo Sobolev. Para  $p = 1$ , esta ecuación es una aproximación formalmente válida para la descripción de ondas de agua de profundidad finita, de pequeña amplitud y de gran elongación. A lo largo del trabajo se asumirá que  $0 < p < 3$ . En contraste con las ecuaciones de un solo sentido, como la KdV o la BBM, señalamos que el modelo (efbl-bp) es una aproximación válida para describir formalmente propagación de ondas de agua en dos sentidos. Para el caso de esta charla el objetivo es demostrar que el IBVP (efbl-bp), para  $0 < p < 3$

**TRACES ON OPERATORS IN THE BOUTET DE  
MONVEL CALCULUS  
CAROLINA NEIRA JIMENEZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ**

In this talk we consider the representation of a pseudodifferential operator in terms of commutators, in order to give a classification of traces on classes of pseudodifferential operators on closed manifolds

of dimension  $n > 1$ . Then, for the case of manifolds with boundary, we explain similar results about traces on the Boutet de Monvel calculus. In the case of a closed manifold of dimension greater than one, M. Wodzicki proved that there is a unique trace (up to a constant factor) on the whole algebra of classical pseudodifferential operators acting on smooth functions on the manifold, namely the noncommutative residue. As S. Paycha and S. Rosenberg pointed out, this fact does not rule out the existence of other traces when restricting to subalgebras of such operators. In fact, other traces such as the leading symbol trace, the operator trace and the canonical trace appear naturally on appropriate subalgebras. The classification of the traces on algebras of classical pseudodifferential operators of non-positive order has been also carried out. In 1971 L. Boutet de Monvel introduced a calculus of operators acting on manifolds with boundary. A noncommutative residue has been defined on this calculus, and it has been shown that this is the unique trace on this class of operators. Moreover, an analogue of the Kontsevich and Vishik canonical trace for pseudodifferential boundary value problems in the Boutet de Monvel calculus on compact manifolds with boundary has been constructed by G. Grubb and E. Schrohe. In spite of these results, some questions about classification of such functional traces are still open.

**ON SOBOLEV ORTHOGONAL POLYNOMIALS  
(1,1)-COHERENT PAIRS AND ASYMPTOTICS  
LUIS ALEJANDRO MOLANO  
MOLANO, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y  
TECNOLÓGICA DE COLOMBIA-UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA**

In this talk we will discuss asymptotics of the monic polynomials  $\left\{ S_n^{\lambda} \right\}_{n \geq 0}$  orthogonal with respect to Sobolev inner product

$$\langle p, q \rangle_S = \int_{\mathbb{R}} p(x)q(x) d\mu_0 + \lambda \int_{\mathbb{R}} p'(x)q'(x) d\mu_1, \quad (5.10)$$

where  $\lambda > 0$ ,  $d\mu_0 = e^{-x^2} dx$  and  $d\mu_1 = \frac{cx^2 + ax^2 + b}{x^2} e^{-x^2} dx$ , with  $a, b \in \mathbb{R}^+$ ,  $a \leq b$ . It is well known that  $(\mu_0, \mu_1)$  is a pair of symmetric  $(1, 1)$ -coherent measures, this means that there exist sequences  $\{a_n\}_{n \in \mathbb{N}}$  and  $\{b_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ , with  $a_n \leq b_n$  for every  $n \in \mathbb{N}$ , such that the algebraic relation

$$H_n(x) + b_{n-2}H_{n-2}(x) = Q_n(x) + a_{n-2}Q_{n-2}(x), \text{labelcohers} \quad (5.11)$$

is satisfied. In (efcohers),  $leftQ_n right_{ngeq0}$  is the SMOP associated to  $mu_1$  and  $leftH_n right_{ngeq0}$  is the sequence of monic Hermite polynomials. In this way, it is possible to establish an algebraic relation between the polynomials  $leftH_n right_{ngeq0}$  and  $leftS_n^{lambda} right_{ngeq0}$ , namely

$$S_{n+3}^{lambda}(x) + eta_n(lambda)S_{n+1}^{lambda}(x) = H_{n+3}(x) + frac{n + 3n + 1b_n}{n}H_{n+1}(x). \quad (5.12)$$

We will show the behaviour of the sequences  $lefta_n right$ ,  $leftb_n right$  and  $lefteta_n(lambda) right$  when  $n$  goes to infinity, we will study relative asymptotics for Sobolev scaled polynomial and we will obtain Mehler-Heine type formulas.

**OTRA MIRADA A LAS SERIES PARA  $frac{1}{PI}$  Y  $frac{1}{PI^2}$**   
**JUAN CARLOS LÓPEZ, UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**  
**ROSALBA MENDOZA SUAREZ, UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

Calculando los coeficientes de Fourier-Legendre para la función  $(\sqrt{1 - a^2x^2})^{2k-1}$ , y propiedades de los polinomios de Legendre, Levrie [1] halló en 2010 las siguientes formulas para  $1\pi$ ,  $1\pi^2$

$$4\pi = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}(4n+1) \left(\frac{1}{2}\right)_n^3}{(2n-1)(n+1) (n!)^3}, \quad (5.13)$$

$$323\pi^2 = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n+1) \left(\frac{1}{2}\right)_n^4}{(2n-1)^2(n+1)^2 (n!)^4}, \quad (5.14)$$

donde

$$(a)_n = a(a+1) \cdots (a+n-1).$$

El objetivo de la charla es presentar una demostración de las fórmulas anteriores usando para ello propiedades de las funciones hipergeométricas.

**Bibliografía**

Levrie, P. *Using Fourier -Legendre expansion to derive series for  $1\pi$  and  $1\pi^2$*  Ramanujan Journal(2010). **22**: 221-230.

**PROBLEMAS DE ESTABILIZACIÓN POR MEDIO DE  
LEYES DE RETROALIMENTACIÓN A TRAVÉS DEL  
TIEMPO**

*IVONNE RIVAS TRIVIÑO, UNIVERSIDAD DEL  
VALLE*

*JEAN-MICHEL CORON, UPMC JUSSIEU PARIS 6  
SHENGQUAN XIANG, UPMC JUSSIEU PARIS 6*

Inicialmente, se presentará el problema de estabilización para una clase de sistemas cuadráticos en dimensión finita y luego para la ecuación de Korteweg-de Vries en un intervalo. En ambos casos, el sistema lineal no es controlable. Nosotros hemos construido explícitamente una ley de retroalimentación para soluciones de el sistema cerrado con datos iniciales con decaimiento a cero. Apoyado por el proyecto: Colciencias proyecto CI 1045 y ERC advanced grant 266907.

**PROBLEMAS DE FRONTERA Y ECUACIONES  
SINGULARES INTEGRALES EN ESPACIOS DE  
BANACH DE FUNCIONES MEDIBLE  
EDIXON M. ROJAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA**

En esta charla se mostrarán condiciones de solubilidad y la propiedad de Fredholm de problemas de frontera para funciones analíticas representadas por integrales de Cauchy en espacios de Banach de funciones medibles sobre curvas de Lyapunov. Consideraremos como coeficientes para estos problemas funciones continuas, continuas por partes y esencialmente acotadas. Dado que estos problemas de frontera están estrechamente relacionados con ciertas ecuaciones singulares integrales, usaremos la representación de las soluciones de los problemas para describir las soluciones de la ecuaciones integrales asociadas en cada uno de los casos considerados.

**ESPACIOS DE FOCK CON EXPONENTE VARIABLE  
GERARDO A. CHACÓN, UNIVERSIDAD ANTONIO  
NARIÑO**

**GERARDO R. CHACÓN, GALLAUDET  
UNIVERSITY**

Se introducen los espacios de Fock de funciones analíticas en el plano complejo con exponente variable, se muestran sus propiedades básicas. Se definen y caracterizan medidas tipo Carleson asociadas a estos espacios y se usan para caracterizar operadores de Toeplitz definidos en dichos espacios de Fock con exponente variable.

**ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF THE SCHR  
ODINGER-DEBYE SYSTEM WITH REFRACTIVE  
INDEX OF SQUARE WAVE AMPLITUDE  
JUAN C. CORDERO C., UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA - SEDE MANIZALES  
ADAN J. CORCHO F., UNIVERSIDAD FEDERAL DE  
RIO DE JANEIRO**

We obtain local well-posedness for the one-dimensional Schrödinger-Debye interactions in nonlinear optics in the spaces  $L^2 \times L^p$ ,  $1 \leq p < \infty$ . This interactions are described by the system

$$i\partial_t u + \frac{1}{2}\partial_x^2 u = uv, \quad (5.15)$$

$$\tau\partial_t v + v = \lambda|u|^2, \quad (5.16)$$

with  $0 < \tau \ll 1$ . When  $p = 1$  we show that the local solutions extend globally. In the focusing regime, we consider a family of solutions  $\{(u_\tau, v_\tau)\}_{\tau>0}$  in  $H^1 \times H^1$  associated to an initial data family  $\{(u_{\tau_0}, v_{\tau_0})\}_{\tau>0}$  uniformly bounded in  $H^1 \times L^2$ , where  $\tau$  is a small response time parameter. We prove that  $(u_\tau, v_\tau)$  converges to  $(u, -|u|^2)$  in the space  $L^\infty_{[0,T]}L^2_x \times L^1_{[0,T]}L^2_x$  whenever  $u_{\tau_0}$  converges to  $u_0$  in  $H^1$  as long as  $\tau$  tends to 0, where  $u$  is the solution of the one-dimensional cubic non-linear Schrödinger equation with initial data  $u_0$ . The convergence of  $v_\tau$  for  $-|u|^2$  in the space  $L^\infty_{[0,T]}L^2_x$  is shown under compatibility conditions of the initial data. For non compatible data we prove convergence except for a corrector term which looks like an initial layer phenomenon.

**EL TEOREMA DE BANACH STONE PARA ESPACIOS  
DE FUNCIONES DIFERENCIABLES**

**MICHAEL ALEXANDER RINCON  
VILLAMIZAR, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER**

Sea  $K$  un subespacio de la recta real localmente compacto y sin puntos aislados, y  $X$  un espacio de Banach. Denotamos por  $C_0^{(1)}(K, X)$  el espacio de las funciones continuamente diferenciables  $f$ , definidas en  $K$  y con valores en  $X$ , tales que  $f$  y su derivada  $f'$  (definida en el sentido usual) se anulan en infinito, junto con la norma  $\|f\| = \max\{\|f\|_\infty, \|f'\|_\infty\}$ . El objetivo de la charla es probar que si  $T: C_0^{(1)}(K, X) \rightarrow C_0^{(1)}(S, X)$  es un isomorfismo tal que  $\|T\|\|T^{-1}\| < \lambda(X)$  y  $\|T\|_\infty\|T^{-1}\|_\infty < \infty$ , entonces  $K$  y  $S$  son homeomorfos. Aquí  $\lambda(X)$  denota un parámetro introducido por Jarosz en 1989 y  $\|T\|_\infty$  es la norma de  $T$  cuando consideramos  $C_0^{(1)}(K, X)$  y  $C_0^{(1)}(S, X)$  como subespacios de  $C_0(K, X)$  y  $C_0(S, X)$ , respectivamente.

**A NEW BENJAMIN-ONO TYPE SYSTEM FOR  
INTERNAL WAVE  
GILBERTO ARENAS DIAZ, UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER  
JOSE RAUL QUINTERO, UNIVERSIDAD DEL  
VALLE**

Since the discovery of the permanent wave by Scott Russell in the mid-nineteenth century, many researchers have shown the existence of traveling waves for models and systems that describe nonlinear dispersive effects in different media such as liquid, solid, gaseous, electric current, electromagnetic fields, atmospheres of planets, crystals, plasmas, glass fibers, nervous networks, among others. In this talk, we derive a new Benjamin-Ono type system to describe the propagation of a weakly nonlinear internal wave propagating at the interface of two immiscible fluids with constant densities, which are contained at rest in a long channel with a horizontal rigid top and bottom, and the thickness of the lower layer is assumed to be effectively infinite (deep water limit) and the density  $\rho_2$  of the lower layer is bigger than the density  $\rho_1$  of the upper layer (for stable stratification). The system is a generalization of the model proposed by J.C. Muñoz to describes this phenomenon (see [1], see also works by W. Choi and R. Camassa [2], [3], [4]). In order to establish the existence of travelling waves in the interface of this two fluids, we apply the positive operator theory introduced originally by Krasnosel'skii [5], [6] in the exploration of the existence of solitary wave solutions, following the ideas by T.B. Benjamin et al. [7] in the framework of solitary wave solutions of some scalar dispersive equations (see also the work by J. Quintero and J. Muñoz [8]). Reference

- [1] J.C. Muñoz-Grajales. Existence and numerical approximation of solutions of an improved internal wave model. *Math. Model. Anal.*, 19(3):309–333, 2014.
- [2] W. Choi and R. Camassa. Long Internal Waves of Finite Amplitude. *Physical Review Letters*. 77(9): 1759–1762, 1996.
- [3] W. Choi and R. Camassa. Weakly nonlinear internal waves in a two-fluids system. *J. Fluid Mech.*, 313: 83–103, 1996.
- [4] W. Choi and R. Camassa. Fully nonlinear internal waves in a two-fluid system. *J. Fluid Mech.*, 396: 1–36, 1999.
- [5] M.A. Krasnosel'skii. *Positive solutions of operator equations*. ed. L.F. Boron: P. Noordhok Ltd., Groningen, 1964.
- [6] M.A. Krasnosel'skii. *Topological methods in the theory of nonlinear integral equations*. ed. J. Burlak, NY, USA: Pergamon Press., 1964.
- [7] T.B. Benjamin, J.L. Bona, and D.K. Bose. Solitary-wave solutions of nonlinear problems. *Philos. Trans. Roy. Soc. London A: Math., Phys. Eng. Sci.*, 331(1617):195–244, 1990.
- [8] J.R. Quintero and J.C. Muñoz-Grajales. Solitary waves for an internal wave model. *Discrete Contin. Dyn. Syst.*, 36(10):5721–5741, 2016.

**THE IVP FOR A NONLOCAL PERTURBATION OF  
 THE BO EQUATION IN CLASSICAL AND  
 WEIGHTED SOBOLEV SPACES**  
**RICARDO ARIEL PASTRAN**  
**RAMIREZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE**  
**COLOMBIA**  
**GERMAN EDUARDO FONSECA, UNIVERSIDAD**  
**NACIONAL DE COLOMBIA**  
**GUILLERMO RODRIGUEZ**  
**BLANCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE**  
**COLOMBIA**

We prove that the initial value problem associated to a nonlocal perturbation of the Benjamin-Ono equation is locally and globally well-posed in Sobolev spaces  $H^s(\mathbb{R})$  for any  $s > -3/2$  and we establish that our result is sharp in the sense that the flow map of this equation fails to be  $C^2$  in  $H^s(\mathbb{R})$  for  $s < -3/2$ . Finally, we study persistence properties of the solution flow in the weighted Sobolev spaces  $Z_{s,r} = H^s(\mathbb{R}) \cap L^2(|x|^{2r} dx)$  for  $s \geq r > 0$ . We also prove some unique continuation properties of the solution flow in these spaces.

**THE CAUCHY PROBLEM FOR A CLASS OF  
 1D-BOUSSINESQ SYSTEMS**  
**ALEX M. MONTES, UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

In this talk we show the local and global well-posedness for the Cauchy problem associated with the special class of 1D-Boussinesq systems,

$$\begin{cases} (I - a\mu\partial_x^2)\eta_t + \partial_x^2\Phi - b\mu\partial_x^4\Phi + \epsilon\partial_x(\eta(\partial_x\Phi)^p) = 0, \\ (I - c\mu\partial_x^2)\Phi_t + \eta - d\mu\partial_x^2\eta + \frac{\epsilon}{p+1}(\partial_x\Phi)^{p+1} = 0, \end{cases} \quad (5.17)$$

where  $\eta = \eta(x, t)$  and  $\Phi = \Phi(x, t)$  are real-valued functions,  $\mu$  and  $\epsilon$  are small positive parameters,  $p$  is a rational number of the form  $p = \frac{p_1}{p_2}$  with  $(p_1, p_2) = 1$  and  $p_2$  an odd number, and the constants  $a, b, c, d > 0$  are such that

$$a + c - (b + d) = \frac{1}{3} - \sigma,$$

where  $\sigma^{-1}$  is known as the Bond number. Regarding these models, it can be established that the evolution of long water waves with small amplitude is reduced to studying the solution  $(\eta, \Phi)$  of the system (1) in the case  $p = 1$ , with  $\epsilon$  the amplitude parameter and  $\mu$  the long-wave parameter. The variable  $\Phi$  represents the rescale nondimensional velocity potential on the bottom  $z = 0$ , and the variable  $\eta$  corresponds the rescaled free surface elevation. We will see that local well-posedness for the Cauchy problem associated with the system (1) follows by the Banach fixed point theorem and appropriate linear and nonlinear estimates using as a key ingredient a bilinear estimative obtained by J. Bona and N. Tzvetkov in 2009. The global existence follow from the local existence, the conservation in time of the Hamiltonian, a Sobolev type inequality and the use of energy estimates.

## EXISTENCIA DE ONDAS VIAJERAS PERIÓDICAS PARA UNA ECUACIÓN DE EVOLUCIÓN NO LINEAL *RICARDO CÓRDOBA GÓMEZ, UNIVERSIDAD DEL CAUCA*

En esta charla mostraremos la existencia de ondas viajeras periódicas uno-dimensionales para una ecuación de evolución no lineal que modela las deformaciones de una placa hiperelástica. Seguimos una aproximación variacional, en la cual caracterizamos ondas viajeras como puntos críticos de una funcional adecuada. Nuestro método involucra el Teorema de Arzela-Ascoli.

### Bibliografía

- A. Montes, J. Quintero, Periodic solutions for a class of one-Dimensional Boussinesq systems, *Dynamics of PDE*, Vol. 13, No. 3 (2016), 241-261.
- A. Montes, R. Córdoba, Periodic Travelling Waves for a Generalized Dispersive Equation, *International Journal of Mathematical Analysis*, Vol. 9, No. 52 (2015), 2581-2590.
- M. Struwe, *Variational Methods: Applications to Nonlinear Partial Differential Equations and Hamiltonian Systems*, Springer-Verlag, (1996).
- R. Chen, Some nonlinear dispersive waves arising in compressible hyperelastic plates, *International Journal of Engineering Science* 44 (2006), 1188-1204.
- R. Chen, The Cauchy problem and the stability of solitary waves of a hyperelastic dispersive equation, *Indiana U. J. Math.* 57 (2008), 2949-2979.

## EXISTENCIA DE ONDAS ESTACIONARIAS PERIÓDICAS PARA UN SISTEMA QUE DESCRIBE

**LA PROPAGACIÓN DE PULSOS EN UNA FIBRA  
ÓPTICA**  
**FELIPE ALEXANDER PIPICANO**  
**GUZMÁN, UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**JUAN CARLOS MUÑOZ GRAJALES, UNIVERSIDAD  
DEL VALLE**

Consideremos el siguiente sistema de dos ecuaciones Schrödinger no lineales acopladas (también llamado sistema CNLS)  $i \partial_t u$

$$\frac{\partial \xi + K \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \sigma_1 u + a |u|^2 u + g |v|^2 u + e v^2 u^* = 0, i \frac{\partial v}{\partial \xi} + K \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \sigma_2 v + c |v|^2 v + g |u|^2 v + e u^2 v^* = 0,$$

donde  $x \in \mathbb{R}$  y  $\xi > 0$ , el cual es un modelo para describir la propagación unidimensional de la luz a través de fibra óptica linealmente birrefringente de baja pérdida, tomando el cuenta el efecto Kerr. Los coeficientes  $K, a, c, g, e, \sigma_1$  y  $\sigma_2$  son constantes positivas. Las funciones complejas  $u(\xi, x)$  y  $v(\xi, x)$  son las envolventes de variación lenta normalizadas de dos eigenmodos polarizados,  $\xi$  denota la distancia normalizada y  $x$  el tiempo normalizado. La notación  $u^*$  representa el conjugado complejo de la función  $u$ . La deducción del sistema CNLS en el campo de la óptica puede ser encontrada en los trabajos (Menyuk et al. 1987, 1989) y (Agrawal, 2001). Cabe mencionar, que el sistema (5.4.2)-(5.4.2) con  $e = 0$  y coeficientes variables también surge en diferentes escenarios físicos; por ejemplo, en la propagación de ondas en condensados de Bose-Einstein de dos componentes con interacciones espacialmente no-homogeneas, el cual es un campo en intensa actividad investigativa en los últimos años (Rodas-Verde et al. 2005), (Primatarowa et al. 2005). Más deducciones y aplicaciones del sistema CNLS pueden verse en (Evangelides et al. 1992), (Benney and Newell, 1967). Una onda estacionaria  $x$ -periódica del sistema CNLS son un par de funciones de la forma  $u(\xi, x) = e^{i\alpha\xi} \tilde{u}(x)$ ,  $v(\xi, x) = e^{i\alpha\xi} \tilde{v}(x)$ , donde  $\alpha$  es una constante real y  $\tilde{u}, \tilde{v}$  son funciones periódicas reales. Estas funciones satisfacen el sistema

$$\begin{aligned} -K\tilde{u}'' + (\alpha - \sigma_1)\tilde{u} &= a\tilde{u}^3 + b\tilde{v}^2\tilde{u}, \\ -K\tilde{v}'' + (\alpha - \sigma_2)\tilde{v} &= c\tilde{v}^3 + b\tilde{u}^2\tilde{v}, \end{aligned} \quad (5.18)$$

donde  $b = g + e$ . El sistema (5.18) puede ser reescrito en la forma Hamiltoniana  $U' = J \nabla \mathcal{H}(U)$ , con  $U = (u, v, u', v')$ ,  $\mathcal{J} = (0) I$

$$-I0 \text{ y } \mathcal{H} \text{ es el Hamiltoniano definido por } \mathcal{H}(U) = 1 - \frac{1}{2K \left( \frac{a}{2} u^4 + \frac{c}{2} v^4 + b u^2 v^2 + K((u')^2 + (v')^2) - (\alpha - \sigma_1) u^2 - (\alpha - \sigma_2) v^2 \right)}.$$

Por simplicidad se han omitido las tildes del sistema (5.18). En las últimas décadas, el estudio de las ondas estacionarias ha tenido gran auge debido a que se encuentran en diversos campos de aplicación, tales como: Óptica, Acústica, Geofísica, Radiología, etc. Determinar la existencia y propiedades de dichas soluciones es un problema fundamental de las ecuaciones diferenciales y es de gran interés, tanto para matemáticos puros como aplicados, debido a la dificultad matemática y numérica que presenta su análisis. El objetivo principal de la charla, es ilustrar la técnica empleada para establecer la existencia de soluciones del tipo estacionarias del sistema (5.4.2)-(5.4.2), tomando ventaja de que las correspondientes ecuaciones de onda estacionarias (5.18) pueden ser reescritas como un sistema Hamiltoniano. Esto nos permite, para ciertos rangos de los parámetros, aplicar el Teorema Central de Liapunov (Meyer and Hall, 1992). El segundo objetivo es la ilustración de aproximaciones a algunas soluciones del tipo estacionarias periódicas del sistema CNSL, cuya existencia está garantizada por los resultados teóricos. Esto se realiza adaptando las ideas expuestas en (Muños, 2012), combinando el método de Newton con una técnica de espectro-colocación para discretizar las correspondientes ecuaciones de ondas estacionarias. Las simulaciones numéricas se encuentran en concordancia con los resultados analíticos. Finalmente, cabe destacar que este trabajo es ayuda parcial a la investigación de Colciencias-Univalle a través del proyecto FP44842-080-2016.

**ON THE REFLEXIVITY OF  $MATHCALP_W(N; F)$**   
**SERGIO ANDRÉS PÉREZ LEÓN, UNIVERSIDADE**  
**ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)**

In this work we prove that if  $E$  and  $F$  are reflexive Banach spaces and  $G$  is a closed linear subspace of the space  $\mathcal{P}_w({}^n E; F)$  of all  $n$ -homogeneous polynomials from  $E$  to  $F$  which are weakly continuous on bounded sets, then  $G$  is either reflexive or non-isomorphic to a dual space. This result generalizes [?, Theorem 2] and gives the solution to a problem posed by Feder [?, Problem 1].

**ANÁLISIS DE UNA APROXIMACIÓN DE GALERKIN,  
APLICADA A UN SISTEMA DE ECUACIONES DE  
SCHRÖDINGER ACOPLADAS  
LUIA FERNANDA VARGAS  
JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI  
JUAN CARLOS MUÑOZ GRAJALES, UNIVERSIDAD  
DEL VALLE**

Estudiamos analíticamente la convergencia y el error, de un esquema completamente discreto de Fourier-Galerkin, para aproximar las soluciones del sistema de ecuaciones cúbicas acopladas de Schrodinger con modulación cruzada:

$$i \frac{\partial u}{\partial t} + i\delta \frac{\partial u}{\partial x} + K \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \sigma_1 u + a|u|^2 u + b|v|^2 u + ev^2 \bar{u} = 0, \quad (5.19)$$

$$i \frac{\partial v}{\partial t} - i\delta \frac{\partial v}{\partial x} + K \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \sigma_2 v + c|v|^2 v + d|u|^2 v + eu^2 \bar{v} = 0, \quad (5.20)$$

subjeto a las condiciones iniciales  $u(x,0)=u_0(x)$ ,  $v(x,0)=v_0(x)$ , y condiciones de frontera periódicas en la variable  $x$   $u(x+L,t)=u(x,t)$ ,  $v(x+L,t)=v(x,t)$ . Consideramos que los coeficientes  $a, b, c, d, e, \sigma_1, \sigma_2$  son constantes reales.

Este sistema es un modelo para la propagación de un pulso no lineal en una fibra óptica linealmente birrefringente. También establecemos un resultado de la existencia y unicidad de una solución del problema de valor inicial correspondiente.

### 5.4.3 ECUACIONES DIFERENCIALES Y SISTEMAS DINÁMICOS

**ON THE DYNAMICS OF PERIODIC ORBITS OF  
FINITE ORDER FOR A PARTICULAR  
HOMEOMORPHISM OF THE TORUS.  
GERMAN FABIAN ESCOBAR  
FIESCO, UNIVERSIDAD DE SAO PAULO**

It is known that if  $f$  is a torus homeomorphism isotopic to the identity that has a periodic orbit with a non-zero rotation vector  $(p/q, r/q)$  then  $f$  also has a topologically monotone periodic orbit with the same rotation vector. We are particularly interested in the application of Thurston's classification theory of surface homeomorphism to the study of the periodic orbits dynamic of a particular homeomorphism on torus. We will discuss some results and conjectures of the dynamics of homeomorphism previously mentioned and too we will talk a bit about of rotations sets and braids theory

**ESTUDIO DE LA DISCONTINUIDAD EN ALGUNOS  
MODELOS POBLACIONALES  
CHRISTIAN CAMILO CORTES  
GARCIA, UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

En este artículo presentamos algunos aspectos cualitativos y geométricos de los sistemas planares discontinuos, analizando las bifurcaciones deslizantes locales y globales de codimensión uno. Con estos lineamientos definidos, estudiamos el comportamiento a largo plazo de poblaciones descritos por modelos discontinuos, generalmente usados para describir poblaciones con conmutación selectiva entre hábitats alternativos o evolución de un recurso donde la explotación de una especie es prohibida cuando es superior a un límite fijado. El estudio es llevado a cabo por el análisis de bifurcaciones de tres modelos poblacionales con relación a dos parámetros: explotación y protección de especies.

**SOBRE UN SISTEMA DE ECUACIONES  
DIFERENCIALES CON DIFUSIÓN NO-LOCAL  
MAURICIO BOGOYA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA. SEDE BOGOTÁ**

Se analiza un sistema de ecuaciones diferenciales con difusión no-local. Se estudia la existencia, unicidad y no unicidad de las soluciones. Además se analiza la existencia global y no global (blow-up) de las soluciones y su tasa de blow-up.

**ON THE CONTINUITY OF THE TOPOLOGICAL  
ENTROPY OF NON-AUTONOMOUS DYNAMICAL  
SYSTEMS  
JEOVANNY DE JESUS MUENTES  
ACEVEDO, UNIVERSIDADE DE SAO PAULO**

Let  $M$  be a compact Riemannian manifold. The set  $F^r(M)$  consisting of sequences  $(f_i)_{i \in \mathbb{Z}}$  of  $C^r$ -diffeomorphisms on  $M$  can be endowed with the compact topology or with the strong topology. A notion of topological entropy is given for these sequences. I will prove this entropy is discontinuous on each sequence if we consider the compact topology on  $F^r(M)$ . On the other hand, if  $r \geq 1$  and we consider the strong topology on  $F^r(M)$ , this entropy is a continuous map.

**AVOIDING DISCONTINUITIES IN PIECEWISE  
LINEAR MODELS FOR MEMRISTOR OSCILLATORS  
ANDRÉS AMADOR, PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
JAVERIANA-CALI**

**ENRIQUE PONCE, UNIVERSIDAD DE SEVILLA**  
**EMILIO FREIRE, UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

We provide for the first time rigorous mathematical results regarding the rich dynamics of several piecewise linear memristor oscillators. We show the existence of an infinite family of invariant manifolds and that the dynamics on such manifolds can be modeled without resorting to discontinuous models. Our approach provides topologically equivalent continuous models with one dimension less but with one extra parameter associated to the initial conditions. It is so possible to justify the periodic behavior exhibited by such three dimensional memristor oscillators, taking advantage of known results for planar continuous piecewise linear systems.

**FORMAS NORMAIS DE SISTEMAS FORÇADOS**  
**YOVANI ADOLFO VILLANUEVA**  
**HERRERA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

Desde a década de 1950 a teoria dos sistemas dinâmicos ou sistemas não lineares tem muitos avanços pelas aplicações teóricas e sobretudo práticas. Pode-se representar vários modelos que aparecem em quase todas as linhas das ciências e engenharias. Seguindo esta linha, o tema deste trabalho de dissertação de mestrado, feita sob a orientação do Dr. Ronaldo Alves Garcia, será a teoria das formas normais de campos vetoriais suaves de sistemas forçados (sistemas de equações diferenciais-algébricas não lineares). Neste estudo entraram a teoria qualitativa de equações diferenciais ordinárias, com tópicos como solubilidade, bifurcação, ciclos limite e estabilidade estrutural de equações diferenciais e a teoria das singularidades de funções. O objetivo do trabalho é a classificação e normalização dos sistemas forçados, primeiramente do ponto de vista local e depois o global e tratar de estender esta teoria para variedades diferenciais de dimensão  $n \geq 2$ , para isso fazemos usos dos livros e artigos da bibliografia. Especificamente, trabalhamos uma classe ampla de sistemas diferenciais forçados em  $R^n$  que é definida pela equação diferencial

$$A(p)p' = X(p),$$

onde  $A(p) : R^n \rightarrow R^n$  é uma transformação linear e  $X : R^n \rightarrow R^n$  é um campo de vetores.

**Bibliografia**

- I. Arnold, S. M. Gusein-Zade, and A. N. Varchenko, *Singularities of differentiable maps*. Volume 1, Modern Birkhauser Classics, Birkhauser/Springer, New York, 1985.
- Hilton (ed.), *Structural stability, the theory of catastrophes, and applications in the sciences*, Lecture Notes in Mathematics, Vol. 525, Springer-Verlag, Berlin-New York, 1976.
- Jardón-Kojakhmetov and Henk W. Broer, *Polynomial normal forms of constrained differential equations with three parameters*, J. Differential Equations 257, 2014.
- Jorge Sotomayor, *Structurally stable differential systems of the form  $A(x)\dot{x} = F(x)$* , Differential Equations Dynam. Systems 5, 1997.
- Zhitomirskii, *Local normal forms for constrained systems on 2-manifolds*, Bol. Soc. Brasil. Mat. (N.S.) 24, 1993.

**BIFURCAÇÃO DESDE INFINITO DE UNA**  
**ECUACIÓN DE ONDA SEMILINEAL**  
**ARTURO SANJUAN, UNVIERSIDAD DISTRITAL**  
**FRANCISCO JOSE DE CALDAS**

**CAICEDO JOSÉ FRANCISCO, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA  
ALFONSO CASTRO, HARVEY MUDD COLLEGE**

Encontramos bifurcación desde infinito, en todos los valores propios de multiplicidad finita, a una ecuación de onda semilineal. Suponemos que la no linealidad es asintóticamente lineal y no necesariamente monótona. Para valores propios de multiplicidad impar las soluciones forman un continuo.

**ECUACIÓN DE LAZER-SOLIMINI CON RETRASO  
DEPENDIENTE DEL ESTADO: UNA  
DEMOSTRACIÓN ALTERNATIVA.  
ALEXANDER GUTIERREZ G, UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

En este trabajo hago una demostración alternativa de los resultados citeAT2, donde se estudió la existencia de soluciones  $T$ -periódicas para una familia de ecuaciones del tipo Lazer-Solimini con retraso dependiente del estado. Las herramientas utilizadas en la demostración son una combinación de cotas a priori y grado de coincidencia. keywords Ecuación de Lazer-Solimini, retraso dependiente del estado, grado de coincidencia, Soluciones periódicas. subclass34K13, 34C25

**Bibliografía**

- A. Capietto, J. Mawhin, and F. Zanolin. Continuation theorems for periodic perturbations of autonomous systems. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 329:41-72, 1992.
- R. D. Driver. A two-body problem of classical electrodynamics: the one-dimensional case. *Ann. Phys.*, 21:122-142, 1963.
- Du, C. Bai, and X. Zhao. Problems of periodic for a type of Duffing equation with state-dependent delay. *J. Comput. Appl. Math.*, 233:2807-2813, 2010.
- W. B. Gordon. Conservative dynamical systems involving strong forces. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 204:113-135, 1975.
- A. Gutiérrez and P. J. Torres. The Lazer-Solimini equation with state-dependent delay. *Appl. Math. Lett.*, 25:643-647, 2012.
- D. Hao and S. Ma. Semilinear Duffing equations crossing resonance points. *J. Differential Equations*, 133:98-116, 1997.
- A. C. Lazer and S. Solimini. On periodic solutions of nonlinear differential equations with singularities. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 99(1):109-114, January 1987.
- S. Ma, Z. Wang, and J. Yu. Coincidence degree and periodic solutions of Duffing equations. *Nonlinear Anal.*, 34:443-460, 1998.
- J. Mawhin. Equivalence theorems for nonlinear operator equations and coincidence degree theory for some mappings in locally convex topological vector spaces. *J. Difference Equations Appl.*, 12:610-636, 1972.
- S. P. Travis. A one-dimensional two-body problem of classical electrodynamics. *SIAM J. Appl. Math.*, 28(3):611-632, 1975.
- H.-O. Walther, F. Hartung, T. Krisztin, and J. Wu. Functional differential equations with state-dependent delay: theory and applications. In *Handbook of Differential Equations: Ordinary Differential Equations*, A. Canada, P. Drbek, A. Fonda (Eds.), volume 3, pages 435- 545. Elsevier, North-Holand, 2006.

G. Wang and S. S. Cheng. A priori bounds for periodic solutions of a delay Rayleigh equation. *Appl. Math. Lett.*, 12:41-44, 1999.

**EXISTENCE OF SOLUTIONS FOR NONLINEAR  
PROBLEMS WITH DIRICHLET BOUNDARY VALUE  
CONDITIONS**

***DIONICIO PASTOR DALLOS  
SANTOS, UNIVERSITY OF SÃO PAULO***

In the present work, we study the existence of solutions for nonlinear boundary value problems

$$\begin{cases} (\varphi(u'))' = f(t, u, u') \\ u(0) = 0 = u(T), \end{cases}$$

where  $\varphi : R \rightarrow (-a, a)$  is a homeomorphism such that  $\varphi(0) = 0$ , and  $f : [0, T] \times R \times R \rightarrow R$  is a continuous function. The contemplated boundary value problem is reduced to finding a fixed point for one operator defined on a space of functions, and Leray-Schauder degree is used.

**DIRECCION DE LA BIFURCACION DE HOPF EN UN  
MODELO PRESA PREDADOR CON EFECTO ALLEE**

***WILMER LIBARDO MOLINA  
YEPEZ, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
JAIME TOBAR MUÑOZ, UNIVERSIDAD DEL  
CAUCA  
JOCIREI DIAS FERREIRA, UNIVERSIDAD  
FEDERAL DE MATO GROSSO***

En esta charla presentamos resultados de estabilidad local de los puntos de equilibrio con sentido biológico y la dirección de la bifurcación de Hopf alrededor del punto de equilibrio positivo vía coeficientes de Lyapunov, del siguiente sistema,

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= N \left( r \left( 1 - \frac{N}{K} \right) - \frac{m}{N+b} \right) - \frac{NP}{N+a}, \\ \frac{dP}{dt} &= sP \left( -q + \frac{N}{N+a} \right), \end{aligned}$$

que modela una dinámica presa-predador, con respuesta funcional Holling-II y efecto Allee Aditivo sobre la presa. También presentaremos sus respectivas simulaciones numéricas. Palabras claves Sistema presa-predador, efecto Allee, puntos de equilibrio, Coeficiente de Lyapunov, Bifurcación de Hopf subcrítica y supercrítica.

coeficiente de Lyapunov, Bifurcación de Hopf subcrítica y supercrítica.

**Bibliografía**

F. Yi, J. Wei and J. Shi, Bifurcation and Spatiotemporal Patterns in a Homogeneous Diffusive predator-prey system, *Journal of Differential Equations*, 246, 1944 - 1977, (2009).  
M. Farkas, J. Ferreira, Zip bifurcation in a reaction-diffusion system, *Diff. Eq. and Dyn. System.* Vol. 15, 1, 169 - 183, (2007).

P. Aguirre, E. González-Olivares and E. Sáez, Two limit cycles in a Leslie Gower predator prey model with additive Allee effect, *Nonlinear Anal. Real World App.* 10, 1401 - 1416, (2009).

Yongli Cai, Weiming Wang, Jinfeng Wang, Dynamics of a Diffusive Predator- Prey

Model with additive Allee effect. *International Journal of Biomathematics* Vol. 5, No. 2 (March 2012) 1250023 (11 páginas).

Yuri A. Kuznetsov, *Elements of applied Bifurcation theory*. Springer-Verlag, (1998).

## DIRECCION DE LA BIFURCACION DE HOPF PARA UN MODELO PRESA PREDADOR CON EFECTO ALLEE

**WILMER LIBARDO MOLINA  
YEPEZ, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
JAIME TOBAR MUÑOZ, UNIVERSIDAD DEL  
CAUCA  
JOCIREI DIAS FERREIRA, UNIVERSIDAD  
FEDERAL DE MATO GROSSO**

En esta charla presentamos resultados de estabilidad local de los puntos de equilibrio con sentido biológico y la dirección de la bifurcación de Hopf alrededor del punto de equilibrio positivo vía coeficientes de Lyapunov, del siguiente sistema, 
$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= N \left( r \left( 1 - \frac{N}{K} \right) - \frac{m}{N+b} \right) - \frac{NP}{N+a}, \\ \frac{dP}{dt} &= sP \left( -q + \frac{N}{N+a} \right), \end{aligned}$$
 que modela una dinámica presa-predador, con respuesta funcional Holling-II y efecto Allee Aditivo sobre la presa. También presentaremos sus respectivas simulaciones numéricas. Palabras claves Sistema presa-predador, efecto Allee, puntos de equilibrio, Coeficiente de Lyapunov, Bifurcación de Hopf subcrítica y supercrítica.

### Bibliografía

F. Yi, J. Wei and J. Shi, Bifurcation and Spatiotemporal Patterns in a Homogeneous Diffusive predator-prey system, *Journal of Differential Equations*, 246, 1944 - 1977, (2009).

M. Farkas, J. Ferreira, Zip bifurcation in a reaction-diffusion system, *Diff. Eq. and Dyn. System.* Vol. 15, 1, 169 - 183, (2007).

P. Aguirre, E. González-Olivares and E. Sáez, Two limit cycles in a Leslie Gower predator prey model with additive Allee effect, *Nonlinear Anal. Real World App.* 10, 1401 - 1416, (2009).

Yongli Cai, Weiming Wang, Jinfeng Wang, Dynamics of a Diffusive Predator- Prey Model with additive Allee effect. *International Journal of Biomathematics* Vol. 5, No. 2 (March 2012) 1250023 (11 páginas).

Yuri A. Kuznetsov, *Elements of applied Bifurcation theory*. Springer-Verlag, (1998).

## RESULTADOS DE SUMABILIDAD DE BOREL PARA EDPS

**SERGIO ALEJANDRO CARRILLO  
TORRES, UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA**

La sumabilidad de Borel ( $k$ -sumabilidad y multiumabilidad) es una herramienta útil para estudiar de manera precisa las soluciones formales de problemas analíticos, por ejemplo para EDOs holomorfas en puntos singulares irregulares [2]. Por otra parte, este análisis también ha mostrado su valía en problemas de perturbación singular, como en

el análisis WKB para la ecuación de Schrödinger en dimensión uno [7]. Recientemente estos métodos han sido aplicados satisfactoriamente para analizar el comportamiento asintótico de EDPs complejas no Kowalevskianas con condiciones iniciales holomorfas [6]. Como ejemplo fundamental se destaca la ecuación del calor  $u_{zz} = u_t$ ,  $(t, z) \in C^2$ , para la cual la sumabilidad de su solución formal se caracteriza sobre condiciones de continuación analítica y de crecimiento exponencial de la condición inicial [1,8,9]. En particular, es posible recuperar el núcleo del calor  $E(t, z) = \frac{1}{\sqrt{4\pi t}} e^{-z^2/4t}$  a través del fenómeno de Stokes cuando la condición inicial es  $u(0, z) = 1/z$ . El objetivo de esta charla es exponer situaciones específicas donde la sumabilidad de Borel es aplicable al análisis de soluciones formales de ecuaciones en derivadas parciales y a la descripción de su comportamiento asintótico. Se detallará la familia de EDPs

$$x^\alpha \left( \frac{s_1}{\alpha_1} x_1 \frac{\partial y}{\partial x_1} + \cdots + \frac{s_d}{\alpha_d} x_d \frac{\partial y}{\partial x_d} \right) = C(x)y + b(x),$$

donde  $y \in C^d$ ,  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_d)$  es una  $d$ -tupla de enteros positivos,  $s_1 + \cdots + s_d = 1$ ,  $s_j > 0$ , y  $C, b$  son analíticas en  $0 \in C^d$  [4], donde el análisis de Borel en varias variables (respecto a un monomio [3,5]) es aplicable. En efecto, mostraremos que cuando  $C(0)$  es invertible, existe una única solución formal  $\hat{y}$  que resulta ser 1-sumable en el monomio  $x$ , describiendo así su comportamiento asintótico cuando  $x \rightarrow 0$  en dominios adecuados.

#### Bibliografía

- Balser W. *Summability of power series in several variables, with applications to singular perturbation problems and partial differential equations*. Ann. Fac. Sci. Toulouse Math, vol. XIV, no. 4, (2005) 593-608.
- Braaksma B.L.J. *Multisummability of formal power series solutions of nonlinear meromorphic differential equations*. Ann. Inst. Fourier, tome 42, n3 (1992) 517-540.
- Canalis-Durand M., Mozo-Fernández J., Schäfke R. *Monomial summability and doubly singular differential equations*. J. Differential Equations, vol. 233, (2007) 485-511.
- Carrillo S.A., Mozo-Fernández J. *An extension of Borel-Laplace methods and monomial summability*. Sometido a publicación. Disponible en arxiv:1609.07893.
- Carrillo S.A., Mozo-Fernández J. *Tauberian properties for monomial summability with applications to Pfaffian systems*. J. Differential Equations 261, (2016) 7237-7255.
- Costin O., Tanveer S. *Nonlinear evolution PDEs in  $R^+ \times C^d$ : existence and uniqueness of solutions, asymptotic and Borel summability properties*. Ann. I. H. Poincaré - AN 24, (2007) 795-823.
- Kawai, T., Takei, Y. *Algebraic Analysis of Singular Perturbation Theory*. Translations of Mathematical Monographs, vol. 227. AMS, 2005.
- Lutz D. A., Miyake M., Schäfke R. *On the Borel summability of divergent solutions of the heat equation*. Nagoya Math. J. 154, (1999) 1-20.
- Michalik S., Podhajecka B. *The Stokes phenomenon for certain partial differential equations with meromorphic initial data*. Asympt. Anal. vol. 99, Issue 3-4, (2016) 163-182.

**LA ECUACIÓN DE OSTROVSKY EN ESPACIOS DE  
SOBOLEV CON PESO  
EDDYE BUSTAMANTE, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
JOSÉ JIMÉNEZ URREA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
JORGE MEJÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN**

$$u_t + \partial_x^3 u \pm \partial_x^{-1} u + u \partial_x u = 0, \quad x \in R, t \in R, \left. \vphantom{\partial_x^{-1} u} \right\} \text{ donde el operador } \partial_x^{-1} \text{ denota una}$$

$$u(x, 0) = u_0(x).$$
 cierta antiderivada con respecto a la variable espacial  $x$ , definida a través de la transformada de Fourier por  $(\partial_x^{-1} f) := \widehat{\frac{f(\xi)}{i\xi}}$ . Se estudian soluciones de valor real del PVI O en los espacios de Sobolev con peso

$$Z_{s,r} := \{u \in H^s(R) : D_x^{-s} u \in L^2(R)\} \cap L^2(|x|^{2r} dx),$$

con  $s, r \in R$  (aquí  $D_x^{-s} u$  se define a través de la transformada de Fourier por  $(D_x^{-s} u) := |\xi|^{-s} \widehat{u}$ ). Específicamente se prueba que que el PVI O está localmente bien puesto en  $Z_{s,s/2}$  para  $s \in (\frac{3}{4}, 1]$ . En forma precisa, el resultado que se quiere mostrar es el siguiente: Sean  $3/40$  y una única  $u$ , en un cierto subespacio  $Y_T$  de  $C([0, T]; Z_{s,s/2})$ , solución del PVI O.

Además, para todo  $T' \in (0, T)$  existe una vecindad  $V$  de  $u_0$  en  $Z_{s,s/2}$  tal que la aplicación dato-solución  $\tilde{u}_0 \mapsto \tilde{u}$  de  $V$  en  $Y_{T'}$  es Lipschitz.

#### Bibliografía

Kenig, C., Ponce, G., Vega, L., *Well-posedness and scattering results for the generalized Korteweg-de Vries equation via the contraction principle*, Comm. Pure Appl. Math 46 (1993), 527-620.

Linares, F., Milanés, A., *Local and global well-posedness for the Ostrovsky equation*, J. Differential Equations 222 (2006), 325-340.

Ostrovskii, L.A., *Nonlinear internal waves in a rotating ocean* Okeanologiya 18 (1978), 181-191.

Stein, E. M., *The characterization of functions arising as potentials*, Bull. AMS 67 (1961), 102-104.

- Stein, E. M., *Singular Integrals and Differentiability Properties of Functions*, Princeton, NJ: Princeton University Press (1970).

**ON THE ATTRACTION-REPULSION  
 CHEMOTAXIS-FLUID WITH LOGISTIC SOURCE  
 ÉLDER JESÚS VILLAMIZAR ROA, UNIVERSIDAD  
 INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ABELARDO DUARTE RODRÍGUEZ, UNIVERSIDAD  
 INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 LUCAS C.F. FERREIRA, UNIVERSIDADE  
 ESTADUAL DE CAMPINAS**

We consider an attraction-repulsion chemotaxis model coupled with the Navier-Stokes system. This model describes the interaction between one cell type, which proliferate following a logistic law, and two chemical signals produced by the cells themselves and degraded at a constant rate. Also, it is contemplated the possibility that the chemoattractant is consumed with a rate proportional to the amount of present organisms. The cells and chemical substances are transported by a viscous incompressible fluid under the influence of a force generated by aggregation of cells.

$$\begin{cases} n_t + u \cdot \nabla n = \Delta n - \chi \nabla \cdot (n \nabla c) + \xi \nabla \cdot (n \nabla v) + \varsigma n - \mu n^2, \\ c_t + u \cdot \nabla c = \Delta c + \kappa_1 (\alpha_1 n - \beta_1 c) - \kappa_2 \gamma c n, \\ v_t + u \cdot \nabla v = \Delta v + \alpha_2 n - \beta_2 v, \\ u_t + (u \cdot \nabla) u = \Delta u - \nabla \pi - n \nabla \phi, \\ \nabla \cdot u = 0, \end{cases} \quad (5.21)$$

in  $\Omega \times (0, T)$ , where  $\Omega$  is a enough smooth bounded domain of  $R^N$ ,  $N = 2, 3$ , and  $(0, T)$  is an arbitrary time interval. Here  $n = n(x, t)$ ,  $c = c(x, t)$ ,  $v = v(x, t)$ ,  $\pi(x, t)$  and  $u(x, t)$  denote

the cell density, the concentration of an attractive chemical signal, the concentration of a repulsive chemical signal, the hydrostatic pressure and, the velocity field of the fluid at position  $x \in \Omega$  and time  $t \in (0, T)$ , respectively. The functions  $n_0 = n_0(x)$ ,  $c_0 = c_0(x)$ ,  $v_0 = v_0(x)$  and  $u_0(x)$  denote the given initial data. The evolution of the velocity field  $u(x, t) = [u_1(x, t), \dots, u_N(x, t)]$  is governed by the incompressible Navier-Stokes system. In (1)<sub>4</sub> the term  $-n\nabla\phi$  is a aggregation force which arises from the densities difference between the fluid and the fluid with presence of bacteria. This term is obtained from the Boussinesq approximation which establishes that the density variations caused by bacteria appear only in the buoyant forcing. The term  $-\nabla \cdot (\chi n \nabla c)$  reflects the attractive movement of cells, whereas the term  $\nabla \cdot (\xi n \nabla v)$  represents the repulsion migration. In the second equation of (1),  $\kappa_1, \kappa_2 \in \{0, 1\}$  allow two kind of signal source: 1) If  $\kappa_1 = 1$  the attractive signal is produced by the cells themselves and degrade at a constant rate. 2) If  $\kappa_2 = 1$  the chemical is consumed with a rate proportional to the amount of present organisms. The parameters  $\chi, \xi, \alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2$  and  $\gamma$  are positive constants which represent the chemotactic behavior; explicitly,  $\chi$  and  $\xi$  denote the chemotactic coefficients,  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$  represent the chemical production rate,  $\gamma$  represent the chemical consumed rate and,  $\beta_1$  and  $\beta_2$  denote the chemical degradation rate; finally,  $\varsigma$ , and  $\mu$  are non negative constants which describe the organism growth rate and the carrying capacity (i.e. the maximum sustainable population), respectively. System (1) is completed with the following initial data and boundary conditions

$$\begin{cases} [n(x, 0), c(x, 0), v(x, 0), u(x, 0)] = [n_0(x), c_0(x), v_0(x), u_0(x)], & x \in \Omega, \\ \frac{\partial n(x, t)}{\partial \nu} = \frac{\partial c(x, t)}{\partial \nu} = \frac{\partial v(x, t)}{\partial \nu} = 0, & u(x, t) = 0, \quad x \in \partial\Omega, \quad t \in (0, T). \end{cases} \quad (5.22)$$

We prove the existence of local and global mild solutions in bounded domains of  $R^N$ ,  $N = 2, 3$ , for small initial data in  $L^p$ -spaces. We achieve suitable norms in which, despite having no scaling relation, it is possible to obtain the existence of global mild solutions. In order to estimate the integral operators appearing in the integral formulation, we need to use the decay properties of the Stokes and Neumann heat semigroups. The existence of mild solutions is obtained through an iterative sequence approach which gets a Cauchy sequence that converges to the solution. This work is supported by the Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Francisco José de Caldas, contrato Colciencias FP 44842-157-2016.

## ON THE INTERSECTION OF HOMOCLINIC CLASSES IN INTRANSITIVE SECTIONAL-ANOSOV FLOWS *H. M. SÁNCHEZ, UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO*

We show that if  $X$  is a *Venice mask* (i.e. intransitive sectional-Anosov flow with dense periodic orbits) supported on a compact 3-manifold, then the omega-limit set of every non-recurrent point in the unstable manifold of some singularity is a closed orbit. In addition, we prove that the intersection of two different homoclinic classes in the maximal invariant set of a sectional-Anosov flow can be decomposed as the disjoint union of, singular points, a non-singular hyperbolic set, and regular points whose em alpha-limit set and em omega-limit set is formed by singular points or hyperbolic sets.

## SOLUTIONS IN BESSEL-POTENTIAL SPACES FOR WAVE EQUATIONS WITH NONLINEAR DAMPING *CARLOS BANQUET, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, MONTERÍA, COLOMBIA*

**ELDER VILLAMIZAR-ROA, UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER, BUCARAMANGA,  
COLOMBIA**  
**LUCAS FERREIRA, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
CAMPINAS, SAO PAULO, BRASIL**

We consider a semilinear wave equation with nonlinear damping in the whole space  $R^n$ ,  $n \geq 2$ . Local-in-time existence and uniqueness results are obtained in the class of Bessel-potential spaces  $H_p^s = (I - \Delta)^{-s/2} L^p$ .

**BIFURCACIONES EN REDES NEURONALES**  
**MAURO MONTEALEGRE**  
**CARDENAS,, UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
**JASMIDT VERA CUENCA, UNIVERSIDAD**  
**SURCOLOMBIANA**  
**EDGAR MONTEALEGRE**  
**CARDENAS, UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

En este trabajo se exploran los fundamentos de los sistemas dinámicos que explican las sinergias en las redes neuronales biológicas, según asumamos que las neuronas o grupos de neuronas sean osciladores, o no, en los niveles celular, sinapsis neuronal o conectividad de la red; se identifican las soluciones singulares de los subsistemas de tiempo rápido. Enfatizamos en los aspectos filogénicos en término de bifurcaciones genéricas para explicar inestabilidades y transitoriedades, los parámetros son las variables del subsistema lento. Extendemos este estudio a modelos de redes neuronales artificiales recurrentes

**EXISTENCIA DE ESTADOS DE EQUILIBRIO Y  
LIMITE EN TEMPERATURA CERO EN SUBSHIFTS  
DE MARKOV TOPOLOGICAMENTE TRANSITIVOS**  
**VICTOR VARGAS**

Considere un *subshift* de Markov topológicamente transitivo con alfabeto numerable, sea  $f$  un potencial sumable con variación acotada y presión de Gurevic finita. En este trabajo se muestra la existencia del único estado de equilibrio asociado al potencial  $tf$  para cada  $t > 1$ , más aún, se muestra la existencia de puntos de acumulación de la familia  $(\mu_{tf})_{t>1}$  cuando  $t \rightarrow \infty$ . Además de eso, se muestra que la entropía de Kolmogorov-Sinai es continua en infinito con respecto al parámetro  $t$ , es decir,  $\lim_{t \rightarrow \infty} h(\mu_{tf}) = h(\mu_\infty)$ , donde  $\mu_\infty$  es cualquier punto de acumulación de la familia  $(\mu_{tf})_{t>1}$  en infinito. Estos son los primeros resultados de límites en temperatura cero obtenidos más allá del caso finitamente primitivo.

**NONEXISTENCE OF POSITIVE SOLUTIONS FOR A  
SEMIPOSITONE WEIGHTED SYSTEM IN A BALL**

**EMER DE JESUS LOPERA ARIAS, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MANIZALES**

We study the nonexistence of positive solutions for the semipositone system

$$\begin{cases} -\Delta u = \lambda(|x|)f(v), & x \in \Omega \\ -\Delta v = \lambda(|x|)g(u), & x \in \Omega \\ u(x) = v(x) = 0, & x \in \partial\Omega, \end{cases} \quad (5.23)$$

where  $\Omega = B(0, R)$  is a ball in  $R^N$  with radius  $R$ ,  $N \geq 2$ ,  $f$  and  $g$  are smooth functions that grow at least linearly at infinity, have more than one zero,  $f(0) < 0$ ,  $g(0) < 0$  and  $\lambda : [0, R] \rightarrow R$  is a positive smooth weight with  $\frac{\lambda'(r)}{\lambda(r)} \geq -2\frac{N-1}{r}$ .

We prove that problem (1) has no positive solutions if  $\lambda$  is large, where  $\lambda := \min_{|x| \leq R} \lambda(|x|)$ . Our result generalize the one stated by Hakimi in [1]. There, the author uses the techniques introduced for Hai, Shivaji and Oruganti in [2]. Our proof is based on the same lemmas presented in [2]. We introduced a different energy which allows us to extend the result of Hakimi to a class of nonconstant weights.

**Bibliografía**

S. Hakimi; *Nonexistence of positive solutions for a nonpositone system in a ball*, Electronic Journal of Differential Equations, Vol. 2015 (2015), No. 140, pp. 1-7.

D. D. Hai, R. Shivaji, S. Oruganti; *Nonexistence of Positive Solutions for a Class of Semilinear Elliptic Systems*, Rocky Mountain Journal of Mathematics. Volume 36, Number 6 (2006), 1845-1855.

**LA CATEGORÍA DE LAS MEDIDAS EXPANSIVAS  
SOBRE FLUJOS  
HELMUTH VILLAVICENCIO, IMCA**

La noción de expansividad jugó un rol importante en el desarrollo de los sistemas dinámicos. Desde su aparición a la fecha muchas generalizaciones de esta noción han sido obtenidas. Desde el punto de vista probabilístico, la noción de medida expansiva esta directamente relacionada con la expansividad del sistema dado que permite distinguir cierto grado de complejidad del mismo. En el caso discreto estas medidas son definidas de un modo natural, mientras que en el caso de sistemas continuos su definición es ligeramente más elaborada. Esto se debe a la presencia de reparametrizaciones de tiempo para el flujo las cuales a su vez generan interesantes propiedades para las medidas expansivas. En esta ponencia nos centraremos en el carácter topológico de estas medidas. Probaremos que las medidas expansivas para un flujo continuo en un espacio métrico compacto conforman un conjunto de segunda categoría en el espacio de las medidas de probabilidad. Finalmente mencionaremos algunas generalizaciones y problemas relacionados.

**RESULTADOS DE MULTIPLICIDAD DE SOLUCIONES  
PARA UN PROBLEMA ELÍPTICO CUASILINEAL  
CARLOS A. VÉLEZ L., UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
JORGE COSSIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA SEDE MEDELLÍN  
SIGIFREDO HERRÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN**

En esta charla se estudia la existencia y multiplicidad de soluciones para el problema cuasilineal

$$\begin{cases} \text{equation } \Delta_p u + f(u) = 0 & \text{en } \Omega, u \\ = 0 & \text{en } \partial\Omega, \end{cases} \quad (5.24)$$

donde  $\Omega \subset R^N$ ,  $N \geq 2$ , es un dominio suave y acotado,  $1 < p < 2$ ,  $\Delta_p u = \text{div}(|\nabla u|^{p-2} \nabla u)$  es el operador  $p$ -Laplaciano, y  $f : R \rightarrow R$  es una función (no lineal) tal que  $f(0) = 0$  y

(f<sub>1</sub>)  $|f(t) - f(s)| \leq C_f |t - s|^{p-1}, \quad \forall s, t \in R,$

(f<sub>2</sub>)  $f'_p(0) := \lim_{t \rightarrow 0} \frac{f(t)}{|t|^{p-2}t} > \lambda_1(p),$

(f<sub>3</sub>)  $f'_p(\infty) := \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{f(t)}{|t|^{p-2}t} > \lambda_1(p),$

(f<sub>4</sub>) existe un número positivo  $\alpha$  tal que  $f(\alpha) \leq 0 \leq f(-\alpha),$

donde  $C_f := \sup_{s \neq t} |f(s) - f(t)|/|s - t|^{p-1} \in R,$  y  $\lambda_1(p)$  denota el primer valor propio del problema

$$\begin{cases} \text{equation } - \Delta_p u & = \lambda |u|^{p-2} u & \text{en } \Omega, u \\ = 0 & & \text{en } \partial\Omega. \end{cases} \quad (5.25)$$

En la charla se presenta el esquema de la prueba de que (1) tiene al menos cuatro soluciones no triviales, dos de ellas positivas y las otras dos negativas. También se presentan estimaciones de las normas en  $L^\infty$  de las soluciones. Se presentan también resultados relacionados, particularmente en el caso  $p = 2$ , el cual motivó el caso general.

Nota para el comité del área: la charla puede hacerse tanto en semiplenaria como en charla corta de 20-30 minutos. Una versión revisada del artículo en que se basa la ponencia fue aceptado en diciembre de 2016 para publicación en Topological Methods in Nonlinear Analysis (TMNA).

**ON THE NON-NEWTONIAN FLUIDS WITH CONVECTIVE EFFECTS**

*SIGIFREDO HERRÓN OSORIO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA -SEDE MEDELLIN  
ELDER J. VILLAMIZAR-ROA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

We want to study the existence of strong solution for the problem  $\begin{cases} \text{aligned} - \text{div}(\mathbf{T}(D\mathbf{u})) + \text{div}(\mathbf{u} \otimes \mathbf{u}) + \nabla \pi = \\ = 0 & \text{in } \Omega, & - \text{div}(\kappa(\cdot, \theta) \nabla \theta) + \mathbf{u} \cdot \nabla \theta \\ = 0 & \text{on } \partial\Omega, & \theta \end{cases} =$   
where  $\mathbf{T}$  is either  $\mathbf{T}_1(\eta) = 2\mu(1 + |\eta|^2)^{(p-2)/2}\eta$  or  $\mathbf{T}_2(\eta) = 2\mu(1 + |\eta|)^{p-2}\eta$  with

$p > 1$  and  $\pi$  denotes the pressure.  $\Omega$  is a bounded domain of  $R^n$ ,  $n = 2, 3$ , with smooth enough boundary  $\partial\Omega$ . We impose Dirichlet boundary condition for the temperature  $\theta$ . The symbol  $D(\mathbf{u})$  represents the symmetric part of the velocity gradient  $\nabla\mathbf{u}$ , that is,  $D(\mathbf{u}) = \frac{1}{2}(\nabla\mathbf{u} + \nabla^T\mathbf{u})$ . Also, we assume that  $\kappa : \Omega \times R \rightarrow R$  is a  $C^1$ -function such that  $0 < \kappa_1 \leq \kappa(x, \theta) \leq \kappa_2$  a.e.  $x \in \Omega$  and for all  $\theta \in R$  and, it satisfies  $|\kappa'(\cdot, a) - \kappa'(\cdot, b)| \leq \lambda'|a - b|$ , for all  $a, b \in R$  and  $\kappa'(\cdot, 0) = 0$ , with  $\kappa_1, \kappa_2$  and  $\lambda'$  are positive constants. Under mild conditions on the data  $\mathbf{f} \in \mathbf{L}^q, g \in L^r(\Omega)$ , we obtain the existence of strong solution  $[\mathbf{u}, \theta] \in \mathbf{W}^{2,q}(\Omega) \times W^{2,r}(\Omega)$ , for  $q, r > n$ . Our approach is based on regularity results for the Stokes problem and Laplace equation, and a fixed point argument. Observe that  $\mathbf{T}_1$  depends on the differentiable term  $|D(\mathbf{u})|^2$  while  $\mathbf{T}_2$  depends on the merely Lipschitz continuous term  $|D(\mathbf{u})|$ ; thus, in case  $\mathbf{T} = \mathbf{T}_1$  we can use the classical regularity results for the Stokes system to solve the velocity equation for a fixed temperature. However, in the case  $\mathbf{T} = \mathbf{T}_2$ , in order to overcome the difficulty caused by the lack of regularity of the stress tensor, we first introduce a family of penalized problems, then, we establish existence of penalized strong solutions and finally, we pass to the limit in the sequence of penalized problems, as the penalization term goes to zero.

**ESFERAS DE PAPEL CON AGUJEROS  
DINAMICAMENTE DETERMINADAS Y MODELOS  
FUCHSIANOS**  
*RAIBEL DE JESUS ARIAS CANTILLO, UNIVERSIDAD DE  
SAO PAULO*

Un asunto de interés en el estudio de la dinámica de difeomorfismos de dimensión dos es la convergencia de homeomorfismos de superficie pseudo-Anosov. Los homeomorfismos pseudo-Anosov fueron introducidos [?] por William Thurston en su Teorema de clasificación de homeomorfismos de superficie a menos de isotopía. Esta clasificación establece que toda clase de isotopía de un homeomorfismo de superficie contiene solo un representante de los siguientes casos: de orden finito, reductible o pseudo-Anosov. En esta presentación, hablare sobre ciertas superficies de Riemann con agujeros *hechas de papel*, las cuales llamaremos de *superficies de papel* y las cuales estan dinamicamente determinadas por aplicaciones del intervalo introducidas en [?] por A. de Carvalho y Toby Hall. En especifico, estudiamos la *herradura justa* que es un modelo *justo* de la de Smale [?]. Al final mostramos que un modelo fuchsiano asociado a la herradura justa es el *limite en el sentido Chabauty* de una secuencia de modelos fuchsianos.

**GLOBAL WELL-POSEDNESS OF NAVIER-STOKES  
EQUATIONS WITH THE CORIOLIS FORCE IN**

**HOMOGENEOUS BESOV SPACES***VLADIMIR ANGULO CASTILLO, UNIVERSIDADE**ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)**LUCAS CATÃO DE FREITAS FERREIRA, UNIVERSIDADE**ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)*

We study the incompressible Navier-Stokes equations in the rotational framework (NSC) in the whole space. We obtain the global well-posedness in Besov spaces for high speed of rotation  $\Omega$  and arbitrary initial data in the both supercritical ( $s > 1/2$ ) and critical ( $s = 1/2$ ) cases. For this, we prove linear and nonlinear estimates in Besov spaces for semigroup corresponding to the linear problem of (NSC).

**MAL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE  
CAUCHY ASOCIADO A UNA ECUACIÓN DEL TIPO  
RBO-ZK**

*FABIÁN SÁNCHEZ SALAZAR, UNIVERSIDAD CENTRAL*

Mostraremos que el problema de Cauchy asociado a la ecuación regularizada Benjamin-Ono-Zakharov-Kuznetsov (rBO-ZK)

$$u_t + a(u^n)_x + (bHu_t + u_{yy})_x = 0, \quad (x, y) \in \mathbb{R}^2, \quad t > 0$$

$$u(0, x, y) = \varphi(x, y),$$

donde  $u = u(t, x, y)$  es una función de valor real y  $H$  denota la transformada de Hilbert en la variable  $x$ , es localmente mal planteado para  $n = 2$  en el espacio  $H^s(\mathbb{R}^2)$ ,  $s < 0$ . En particular mostraremos que si  $s < 0$ , entonces no existe  $T > 0$  tal que la ecuación rBO-ZK tenga una única solución en el intervalo  $[0, T]$  y tal que su flujo sea de clase  $C^2$  en cero de  $H^s(\mathbb{R}^2)$  en  $H^s(\mathbb{R}^2)$ .

**5.4.4 ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**

**PRÁCTICAS MATEMÁTICAS PARA LA  
ENSEÑANZA DE LAS MEDIDAS DE DISPERSIÓN EN  
EL AULA SECTORIZADAS DESDE EL TURISMO**

*LIC.ING. FRANCISCO ANTONIO GUTIERREZ**CARDONA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**PH. ELIECER ALDANA BERMUDEZ, UNIVERSIDAD DEL**QUINDIO*

El presente trabajo de investigación tiene que ver con las prácticas matemáticas que se generan para la enseñanza de las medidas de dispersión en el pensamiento aleatorio para estudiantes de educación básica secundaria desde las actividades de trabajos de campo situadas en el sector turístico en una región de Colombia, en el eje cafetero, específicamente en el municipio de Quimbaya, departamento del Quindío, marcada desde un enfoque ontosemiótico dentro de la didáctica de la matemática. El objetivo principal de esta investigación en el ámbito de la enseñanza de las medidas de dispersión es crear ambientes que fortalezcan la enseñanza de estas medidas. A partir de estas prácticas se puede determinar el comportamiento de los datos en un contexto de población turística. Las dificultades que tienen los estudiantes en el desarrollo de competencias matemáticas como la interpretación y el razonamiento en el pensamiento aleatorio desde el concepto de dispersión y tendencias nos permiten enfocarnos en esta investigación y generar estrategias y prácticas para su aprendizaje. Se trabajará más a fondo sobre la enseñanza de los objetos matemáticos que son las medidas de dispersión y así tener las herramientas necesarias para realizar dicho análisis didáctico. La investigación se desarrollará con estudiantes de básica secundaria en una institución educativa del departamento del Quindío, con los cuales se hará un análisis didáctico bajo el enfoque ontosemiótico y de las idoneidades cognitiva, epistémica, ecológica y afectiva de la didáctica de las medidas de dispersión y los conceptos de rango, cuartiles, deciles, desviación, varianza, coeficiente de variación y desviación estándar que serán objeto de la investigación. El análisis y la reflexión de los diferentes aspectos presentes en los procesos de enseñanza, hace parte fundamental de la labor como docentes. Es una investigación que está enfocada al campo de la Educación Matemática y por ende, debe estar cimentada desde las correspondientes teorías que permitan conocer el tratamiento de los procesos que van a hacer parte fundamental de la estructura del trabajo, es así como, la intensión de la investigación se trabajará bajo el marco teórico “enfoque ontosemiótico”, ya que a través de sus estructuras e idoneidades, se nos presta para hacer un correcto diseño metodológico para el aprendizaje. Para dar cumplimiento al desarrollo de enseñanza y el aprendizaje de este objeto matemático se requiere realizar una investigación tipo académica, ya que se trata de un aprendizaje que está cimentado y considerado en los DBA del MEN como contenido académico en las instituciones educativas. Además es descriptiva, al igual que los trabajos de campo debidos a los informes y la metodología que se va a implementar en fases y para esto se tendrán en cuenta los siguientes aspectos: Investigación Descriptiva, que nos permite describir las situaciones, los fenómenos o los eventos que nos interesan, midiéndolos, y evidenciando sus características. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. El desarrollo de la investigación estará dada por las siguientes Fases: Revisión bibliográfica, Diseño de taller evaluativo, Elección de la muestra, Aplicación del Taller evaluativo, Trabajos de campo, Identificar, Analizar y Comparar, Informe final. Los resultados esperados de esta investigación es lograr fortalecer el aprendizaje de las medidas de dispersión en los estudiantes de grado noveno de básica secundaria, poder-

los contextualizar en un entorno turístico que nos permita determinar cómo se logra impactar a nivel social, cultural, económico institucional y académico. Estos resultados serán vitales para el progreso en la enseñanza de las estadísticas inferencias a nivel académicos en la institución, además como base para diseñar y estructurar planes de mejoramiento a nivel administrativo en el municipio.

### **CONTEXTOS MATEMÁTICOS QUE FAVORECEN LA FORMULACION DE PROBLEMAS RELACIONADOS CON SISTEMAS DE COORDENADAS.**

*WILMAR EPIFANIO GOMEZ MOYANO, UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL*

Desde la perspectiva del conocimiento profesional docente y partiendo de los trabajos de Shulman(1986) y Chevallard (1994), es importante distinguir las características propias de los contextos matemáticos diseñados por el profesor de matemáticas que favorecen la formulacion de problemas matemáticos por parte del estudiante, en este caso desde la temática de los sistemas de coordenadas. Para esto es necesario describir la práctica profesional docente, identificar los referentes teóricos que describen el conocimiento profesional del profesor de matemáticas, diseñar una ruta que permita identificar características propias de los contextos matemáticos del profesor y analizar cómo a partir de este contexto único el estudiante es capaz de formular sus propios problemas. El trabajo realiza un acercamiento desde una práctica propia que involucra el diseño de un contexto alrededor de nociones como posición, distancia, sistema de referencia, coordenadas cartesianas, polares, esféricas, cilíndricas y geográficas, a partir del diseño del contexto y la descripción de sus características, se somete a un grupo de estudiantes de séptimo grado de secundaria con el propósito de definir como el diseño de ese contexto y la apropiación que el estudiante hace de este se crean situaciones particulares estimulando un punto crucial en la enseñanza de la matemática que es la formulación de problemas, además anexar metodologías que permiten crear y recrear nuevos problemas.

### **IDONEIDAD DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA, MEDIANTE EL ENFOQUE ONTOSEMIÓTICO.**

*JAIME DAVID GRISALES DÁVILA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA*

*ELIÉCER ALDANA BERMÚDEZ, UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO*

En esta investigación, el problema a analizar son las dificultades que presentan los estudiantes de básica secundaria en el aprendizaje de la media, mediana y moda, por ejemplo, en el cálculo de la media cuando no ponderan adecuadamente los valores al resolver una situación problema y en ocasiones usan la media simple, en lugar de la media ponderada. Cai (1995) encontró que mientras la mayoría eran capaces de aplicar adecuadamente el algoritmo para calcular la media, sólo algunos determinaban un valor desconocido en un conjunto pequeño de datos para obtener un valor medio dado. Otros errores de los estudiantes descritos por Carvalho (1998) son los siguientes: Mediana: No ordenar los datos para calcular la mediana; calcular el dato central de las frecuencias absolutas ordenadas de forma creciente; calcular la moda en vez de la mediana; equivocarse al calcular el valor central; Moda: Tomar la mayor frecuencia absoluta; Media: Hallar la media de los valores de las frecuencias; no tener en cuenta la frecuencia absoluta de cada valor en el cálculo de la media. El marco teórico de esta investigación está basado en el enfoque ontosemiótico de la instrucción matemática propuesto por Godino, Batanero y Font (2007), un sistema teórico usado en la investigación en Educación Matemática iniciado por el grupo de investigación Teoría de la Educación Matemática de la Universidad de Granada - España a principios de los años 90, siendo en la actualidad desarrollado y aplicado por otros grupos de investigación españoles y latinoamericanos. Este marco teórico fue escogido porque permite alcanzar el propósito de la investigación, al dar cimientos del cómo configurar una idoneidad didáctica para el aprendizaje de conceptos relacionados con la educación estadística. Esta investigación tiene como propósito configurar una idoneidad didáctica para el aprendizaje de los conceptos de media, mediana y moda, en estudiantes de grado noveno de Educación Básica Secundaria, mediante el Enfoque Ontosemiótico, y tiene como propósitos específicos establecer una configuración epistémica-ecológica, una configuración interaccional-mediacional mediante el diseño de trayectorias didácticas, implementar una configuración cognitiva – afectiva y construir una valoración de la idoneidad didáctica. En la descripción de la metodología de esta investigación se presentan las bases teóricas, diseño y método de análisis del enfoque ontosemiótico para la valoración de una idoneidad didáctica en el proceso de aprendizaje de estudiantes de básica secundaria, abarcando las siguientes secciones: caracterización de la investigación, selección de los participantes, el escenario y contexto del estudio, así como las fases del diseño metodológico que facilitará técnicas e instrumentos de recogida de información y procesamiento de los datos. Las fases del diseño metodológico son cuatro (4): Estudio Preliminar, Diseño de Trayectorias Didácticas, Implementación y Valoración. Esta metodología nos permitirá alcanzar el propósito de la investigación. Dentro de los resultados esperados principales de la investigación están: mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, que tengan mejor desempeño en la solución de situaciones problema que involucren los conceptos de medidas de tendencia central, publicar un artículo científico y desarrollar una Plataforma Web para potenciar el aprendizaje de estas medidas estadísticas.

**APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL AL CONCEPTO DE DERIVADA**

*LUZ JADDY CASTAÑEDA RODRÍGUEZ, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA*

*ANGÉLICA BRAVO BOHÓRQUEZ, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA*

*HARVEY IOVANY HERNÁNDEZ YOMAYUSA, UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA*

Se presenta la propuesta y los resultados de la aplicación piloto de una estrategia de enseñanza - aprendizaje de la derivada como razón de cambio, para el curso de cálculo diferencial en educación superior. Se plantea como herramienta esencial en la consecución de la estrategia la modelación matemática, tomando como principal referente los estudios de la doctora Patricia Camarena, quien desde hace más de 30 años ha implementado el modelo didáctico *matemática en contexto*, que tiene como propósito principal orientar el conocimiento matemático desde sus aplicaciones, manteniendo el rigor que merece el componente disciplinar. La aplicación se llevó a cabo con un grupo de 32 estudiantes. Inicialmente, se realizó un diagnóstico sobre los preconceptos requeridos para abordar el tema central, e igualmente, para identificar el nivel de conocimiento sobre modelación matemática. Luego, conformando equipos de trabajo de tres estudiantes, eligieron uno de dos modelos matemáticos en la fase de *contextualización*, para ser resuelto de forma analítica, numérica y validarlo experimentalmente, sobre el que se analizó fundamentalmente, la razón de cambio de las variables incidentes. Se asignó el análisis de dos modelos más, para la fase de *descontextualización* y finalmente, se aplicó una prueba posterior a la aplicación de la estrategia. La evaluación estuvo basada en la argumentación del discurso. Aunque la aplicación de una prueba piloto no es suficiente para determinar resultados satisfactorios de ejecución de la estrategia, se logra evidenciar una pequeña modificación en la manera como los estudiantes analizan y dan solución a una situación problema. Los resultados tanto de la prueba diagnóstico, como de la prueba final, fueron analizados en cuanto al resultado cuantitativo como cualitativo, en aras de evidenciar cualquier pequeño cambio en el estilo de pensamiento de los estudiantes. En ese sentido, se hizo posible observar que en la segunda prueba, los estudiantes se ocuparon más de analizar que de dar una simple respuesta numérica al caso planteado. Cabe resaltar, que las herramientas tecnológicas y de software jugaron un papel altamente importante en la consecución de la propuesta. Se utilizó el analizador de video Tracker que facilita en gran medida la toma de datos experimentales, se utilizó Excel para hallar la solución numérica de cada modelo aplicando el método de Runge Kutta 4 y Python, para la fase de validación y contraste. De no contar con éstos recursos, se invertiría más tiempo en el cálculo que en el análisis de resultados.

**PROBLEMAS NO RUTINARIOS QUE GENERAN  
MOTIVACIÓN HACIA EL ESTUDIO DE LAS  
MATEMÁTICAS**

*WILSON BELLO PIZA, INSTITUCIÓN EDUCATIVA  
DISTRITAL CAFAM LOS NARANJOS  
OSVALDO JESÚS ROJAS VELÁZQUEZ, UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO, BOGOTÁ, COLOMBIA*

En este trabajo se analiza la incidencia de la resolución de problemas retadores y la matemática recreativa para motivar el estudio de las matemáticas. Se considera que, desarrollar actividades fuera del contexto y del currículo tradicional, plantear preguntas no rutinarias y/o retadoras, donde los estudiantes tengan la oportunidad de utilizar su creatividad e ingenio para desarrollarlas, con la posibilidad de discutir las con sus pares; es un factor determinante en su proceso de enseñanza-aprendizaje, y proyecta estudiantes motivados, sin temor por las matemáticas. En consecuencia se hace necesaria la conformación de un grupo de actividades retadoras sustentadas en el contexto de la matemática recreativa y en el marco de una Feria Matemática, con diferentes actividades propias o adaptadas, a desarrollar en el grado noveno de la Institución Educativa Distrital CAFAM Los Naranjos de Bogotá. Con el objetivo adicional de abrir espacios para nuevos significados, generar un incremento en el rendimiento académico de las clases y desarrollar diferentes competencias cognitivas, metacognitivas y sociales.

**SIGNIFICADOS DE CONCEPTOS PROBABILÍSTICOS  
EN LIBROS DE TEXTO DEL CURRÍCULO  
COLOMBIANO**

*LUIS FERNANDO PÉREZ DUARTE, COLEGIO DISTRITAL  
TIBABUYES UNIVERSAL  
VÍCTOR HUGO PRIETO BERNAL, UNIVERSIDAD ANTONIO  
NARIÑO, BOGOTÁ, COLOMBIA  
DIANA CAROLINA PÉREZ DUARTE, UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO, BOGOTÁ, COLOMBIA*

Esta investigación toma como eje dos temas fundamentales; los libros de texto, que constituyen un recurso didáctico fundamental, no sólo para los alumnos que lo usan, sino para el profesor que se basa en ellos para la preparación de sus actividades y el campo de la probabilidad, que está adquiriendo una gran importancia en la enseñanza en todos los niveles. Desde este punto de vista, la investigación caracteriza los diferentes significados que presentan los

libros de texto de octavo grado, respecto a la aleatoriedad y la probabilidad en sus distintas condiciones, se apoya en el enfoque ontosemiótico de la cognición matemática (EOS) propuesto por Godino y colaboradores. El estudio se centra en las unidades didácticas que tratan las definiciones de aleatoriedad y probabilidad, como tópico fundamental para la formación actual de los alumnos. Se analizan dichas definiciones y propiedades asignadas a los conceptos probabilísticos elementales, que constituyen el significado intensional en la muestra de libros de texto. Además se realiza un análisis de la tipología de situaciones y actividades propuestas a los alumnos, que se presentan a través de ejemplos, ejercicios, problemas, entre otros. Se describe la tipología de situaciones o elementos extensionales del significado del concepto, que se han identificado en los textos analizados. Este análisis permite identificar puntos críticos que se deberán tener en cuenta en la elaboración de los nuevos materiales curriculares para la enseñanza de la probabilidad en este nivel.

**ECUACIONES DE PRIMER GRADO EN EL MARCO  
DE LA ENSEÑANZA PARA LA COMPRENSIÓN**

*EDWIN SMITH RIVERA FERNADEZ, UNIVERSIDAD*

*POPULAR DEL CESAR*

*ROMELIO GONZÁLEZ DAZA, UNIVERSIDAD POPULAR DEL  
CÉSAR*

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.

**ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA EN EL GRADO  
DECIMO JM IE LA ESPERANZA USANDO COMO  
ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE FACEBOOK,  
WHATSAPP Y BLOGGER**

*MAOLY SANDRIT BLANCO CONTRERAS, UNIVERSIDAD  
POPULAR DEL CESAR*

*WILLIAM DAVID CERVANTES JARABA, UNIVERSIDAD  
POPULAR DEL CESAR*

*ROMELIO GONZALEZ DAZA, UNIVERSIDAD POPULAR DEL  
CESAR*

La cotidianidad se ha visto afectada por la creciente tecnológica y es evidente que su mal uso constituye un factor distractor para las actividades académicas de los jóvenes, sumado a esto la dificultad y apatía hacia el aprendizaje de la estadística en el grupo focalizado. El propósito de esta investigación es sacar provecho, de estas nuevas tecnologías, erradicando los elementos distractores, orientar su uso adecuado y convertirlas en una herramienta para mejorar el desempeño académico y el proceso enseñanza – aprendizaje de la estadística, además se medirá el impacto que generará el uso de Facebook, WhatsApp y Blogger como medio de apoyo educativo para la enseñanza

**PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS  
PARA COMPETICIONES MATEMÁTICAS. LAS DOS  
CARAS DE UNA MISMA MONEDA**

*MAURO MISAEL GARCÍA PUPO, UNIVERSIDAD ANTONIO  
NARIÑO*

*OSVALDO JESÚS ROJAS VELÁZQUEZ, UNIVERSIDAD  
ANTONIO NARIÑO*

Este estudio se relacionan dos aspectos importantes que caracterizan el pensamiento matemático: el planteo de problemas por una parte y el proceso de solución de los mismos en el que el uso de analogías constituye el nexo que identifica la estrecha relación que existe en estos dos procesos, aunque algunos autores los señalan como dos procesos independientes. Se parte de un modelo teórico del proceso de planteo de problemas en el contexto escolar, estructurado por seis etapas que se interconectan en el plano cognitivo. Mediante un estudio experimental se analiza la naturaleza de las analogías en el proceso de planteo de problemas. Para ello se estudia el efecto que ocasiona la base epistemológica de la instrucción, la calidad de la analogía y su localización en la estructura cognitiva de sus dos fases, por una parte, el planteamiento y por la otra la solución. Las evidencias y su empírica sugieren que, tanto la naturaleza contextual como la estructural, responden marcadamente al estímulo del pensamiento crítico en el salón de clases. Finalmente se presenta un ejemplo que muestra la génesis de un problema en sus dos dimensiones.

**THE AREA PROBLEM: SAGE IN THE INTEGRAL  
CALCULUS CLASS**

*EDUARDO MARTÍNEZ, UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA*

SAGE is an Open Source Computer Algebraic System (CAS). It was first released in 2005 as an alternative to MAGMA. It was used to perform research activities in Algebraic Geometry. In fact, the name SAGE comes from System for Algebraic Geometry Experimentation. This open source software has been improved throughout the years, and now it offers an online service that allows collaborative work, use of Python, R, Jupyter, and L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, among others.

The definite integral can be understood through coding. In fact, the concept of definite integral is built up from finite approximations  $\sum_{i=1}^n f(\xi_i)\Delta x_i$ . This finite process can be modeled by using basic programming elements (loops). Besides, the CAS environment allows students to move between representations and improve comprehension.

On the other hand, the use of programming elements provides a context that can be useful to engineering and mathematics students. This talk summarizes the experience of an Integral Calculus course at Sergio Arboleda University supported by SAGE. It includes algorithms, assignments, and some teaching tools.

## SOBRE LA ENSEÑANZA DEL ESPACIOTIEMPO DESDE EL ENFOQUE GEOMÉTRICO DE MINKOWSKI

*GERSSON ALEJANDRO LOPERA  
JARAMILLO, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA*

En el siguiente trabajo mostraré una aproximación a la relación física-matemáticas en el contexto de la formulación de la teoría especial de la relatividad, en particular la manera de asumir el significado físico y matemático en la construcción del concepto de espacio-tiempo. En primer lugar, analizaré la forma en que se construye dicha relación, es decir, la manera en que física y matemáticas se conjugan para volverse constitutivas. En un segundo momento haré extensivo el análisis anterior a la noción relativista de espaciotiempo, en donde presentaré los alcances de una construcción física y geométrica de tal concepto con base en la perspectiva de Hermann Minkowski. Finalmente, propondré una posible formalización conceptual distinta a las que habitualmente se hacen en el contexto de la formación de profesores y la enseñanza de la física. El problema de establecer y caracterizar el tipo de relación entre física y matemática ha sido estudiado por la academia durante algún tiempo. Se ha asumido que dicha relación se aborda desde los planteamientos que sugieren pensar que las matemáticas son el lenguaje de la física. Esto significa que las matemáticas son pensadas como una técnica o herramienta que posibilita la aplicación de axiomas y definiciones a los fenómenos naturales. A mi modo de ver, esta idea supone dar por hecho que el objetivo de la física es incorporar los formalismos y estructuras matemáticas con la finalidad de extraer un concepto sintético de

la naturaleza. Pero, ¿podría existir otra perspectiva de análisis que dé cuenta de la relación entre física y matemáticas? Desde mi perspectiva, sí. Existe un enfoque en el cual la relación entre física y matemáticas es del orden constitutivo. Esto quiere decir que construir un concepto en física implica asumir una dinámica con las matemáticas. La relación constituyente de ambas ciencias está determinada por el carácter específico de la física, pues a esta particularidad solo responde su conexión con las matemáticas. Esto significa que los constructos de la física no son resultados matemáticos o que la matemática sea el andamio sobre la cual se construye el edificio de la física. A partir de lo anterior, es claro que la pregunta por la construcción de una relación entre física y matemáticas da cuenta de un problema actual que puede ser abordado. El diálogo entre ambos campos disciplinares, ha brindado la posibilidad que desde conceptos físicos se desarrollen ramas importantes de la matemática como la geometría, el análisis y el álgebra lineal al igual que ha sucedido en campos de la física como el electromagnetismo y la mecánica cuántica, solo por nombrar algunos. A mi modo de ver, pensar una relación de constitución entre física y matemáticas, lleva necesariamente a adentrarse en la problemática acerca del rol que ha tenido el pensamiento matemático en la construcción de los conceptos y fenómenos de la física. Lo que se pretende desde el análisis planteado, es abordar el problema de la enseñanza de la relatividad especial focalizado en el concepto de espacio-tiempo. Para tal fin, este trabajo es importante porque brindará la posibilidad de construir una propuesta de aula que muestre y resalte el valor de la geometría en el contexto de la formación de profesores de matemáticas y física.

## **OPERACIONES EN FRACCIONARIOS Y DECIMALES**

*BREICEN ANDREA ACEVEDO VARGAS, UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA*

*JHOAN SEBASTIAN RUIZ RODRIGUEZ, UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA*

*CARLOS ENRIQUE RESTREPO RAMIREZ, UNIVERSIDAD  
DE CUNDINAMARCA*

Introducción: El presente trabajo desarrolla una propuesta en torno a la interpretación del producto de números naturales y su extensión a las operaciones entre fracciones por métodos geométricos. Metodología: Con inspiración en la Educación Matemática Realista, EMR, de Freudenthal, se introduce la noción de producto entre naturales como el área del rectángulo de lados iguales a los factores en cuestión; a partir de allí se obtiene una forma de construir las tablas de multiplicar por conteo, accediendo al producto entre fracciones de manera natural, a partir del área de un rectángulo. Conclusiones: La noción de producto como suma abreviada dificulta la comprensión y operación entre fracciones. La interpretación del producto como área de un rectángulo permite extender de manera natural esta operación al conjunto de los racionales. La representación

del producto como área de un rectángulo posibilita la suma y la división de fracciones, pues homogeniza las dos fracciones.

**IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS  
ACADÉMICAS QUE PERMITEN DISMINUIR EL  
PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE LAS  
MATEMÁTICAS**

*CARLOS RAMIREZ, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
PEREIRA*

*FERNANDO MESA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
PEREIRA*

*CARLOS VARELA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
PERERIA*

El problema de la mortalidad en los cursos de matemática en especial en los primeros semestres se encuentra por niveles superiores al 50% lo que implica fuertes dificultades para todos los eslabones de la cadena académica, existen diferentes experiencias en distintas universidades pero en el mejor de los casos el porcentaje no disminuye significativamente la tasa de perdida. En el presente trabajo mostraremos como bajar a niveles de un 30% esta tasa sin disminuir la exigencia académica y el rigor necesario en dichos cursos. Los resultados de dicho modelo se han implementado y validado en los cursos de matemáticas I de la Universidad Tecnológica de Pereira.

**IDENTIFICACIÓN Y DISMINUCIÓN DE LAS  
DIFICULTADES DE LOS ESTUDIANTES EN LA  
TRANSICIÓN COLEGIO UNIVERSIDAD DESDE EL  
ANÁLISIS DE LAS COMPETENCIAS EXIGIDAS**

*ZULEIMA CARDONA MARTÍNEZ, INSTITUCION  
EDUCATIVA EMPRESARIAL*

*FERNANDO MESA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
PEREIRA*

*ALBERTO VANEGAS, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
PEREIRA*

El problema de la articulación entre la enseñanza media y el ingreso a la educación superior, es una de las problemáticas que ha cobrado una mirada de maestros y directivos preocupados por el bajo desempeño sobre todo en el área de matemáticas. Generalmente los estudiantes que ingresan a las universidades

colombianas llegan con un desarrollo deficiente en las competencias y conceptos matemáticos. Sus concepciones no son acordes con la exigencia de las universidades acerca de lo que es la matemática, lo que conlleva a una dificultad para su aprendizaje en el desarrollo de pensamiento matemático y la asimilación de procesos, es decir no han adquirido las competencias básicas del área. En este estudio se mostrarán las falencias predominantes y la manera en la que se puede revertir la situación para obtener mejores resultados académicos.

**ENSEÑANZA - APRENDIZAJE DE LAS  
MATEMÁTICAS EN ENTORNOS TECNOLÓGICOS**  
*YIRA MARBALIS ORTIZ MEDINA, SERVICIO NACIONAL DE  
APRENDIZAJE SENA*  
*JONATAN VALENCIA PAYAN, SERVICIO NACIONAL DE  
APRENDIZAJE SENA*  
*DAYANA SELENE OCAMPO GOMEZ, SERVICIO NACIONAL  
DE APRENDIZAJE SENA*

Los entornos informáticos en las nuevas generaciones conllevan al uso de la tecnología como materia prima y motor de la sociedad, generando la aparición de nuevos procesos de aprendizaje, pero, ¿los jóvenes están preparados para la solución de los problemas? Las nuevas alternativas de aprendizaje parten de procesos innovadores que permitan al estudiante una participación activa, favoreciendo la resolución de problemas reales, implementando las matemáticas como fundamento en cualquier área de conocimiento de las ciencias exactas. En la presente investigación se establecieron estrategias de enseñanza – aprendizaje en el área de matemática empleando los softwares GeoGebra y Scratch con aprendices de Tecnoacademia Neiva. Esta investigación se dividió en dos fases, la primera de aprendizaje significativo y afianzamiento de conceptos matemáticos a un grupo A de aprendices del Semillero de Investigación SENABIOTEC mediante el uso de Scratch. En la segunda fase, se formó dos grupos experimentales partiendo de 102 aprendices de la Tecnoacademia SENA de la línea de Matemática Aplicada, Biotecnología y Nanotecnología sin conocimientos previos matemáticos. El grupo A1 recibió su sesión de aprendizaje de manera tradicional, un tema de modelamiento de ADN usando conceptos matemáticos, el grupo A2 recibió su sesión de aprendizaje de manera alternativa, empleando herramientas TIC. Para la captura de información, se utilizó un cuestionario de conocimientos previos a la formación y después de la jornada de aprendizaje, así como una prueba de satisfacción para evaluación de la metodología utilizada. Como resultados se encontró que A1 obtuvo una diferencia del 16,2% entre el pre y post test, y A2 obtuvo un 37%. Por lo tanto, se concluye que el uso de herramientas TIC como alternativa de enseñanza, mejora el aprendizaje significativo de los jóvenes con respecto a la transmisión de conocimientos de

manera tradicional en temas de Bio y Nanotecnología empleando conceptos matemáticos.

**IMPLEMENTACIÓN DE LOS GRÁFICOS  
EXISTENCIALES PIERCEANOS PARA EL  
APRENDIZAJE DE LA LÓGICA CLÁSICA; UN  
ESTUDIO COMPARATIVO**  
*JAIME ANDRÉS ROBAYO MESA, FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES*

En ocasiones puede resultar complicado la enseñanza de la lógica clásica (usualmente reducida a nociones de verdad vía tablas), pues las nociones básicas de los sistemas deductivos (reglas de inferencia, uso de tautologías y esquemas megáricos) representan un obstáculo didáctico en el aprendizaje, pues considera procesos abstractos, robustos, iterativos y regidos por estructura lógica. Este problema se hace evidente, en especial, en grados de secundaria o en primeros semestres de programas que no tienen núcleo disciplinar centrado en las matemáticas. Esta dificultad puede ser, en parte, generada por la complejidad que tienen razonar en un lenguaje netamente simbólico (cálculo proposicional) y con elementos deductivos que pueden contener muchas reglas y axiomas (en algunos casos se privilegia la cantidad de herramientas por encima del saber usar unas pocas). Los Gráficos Existencias Pierceanos alfa (GEP) surgen como un sistema lógico formal equivalente al sistema deductivo de la lógica clásica, no obstante, es un sistema que emplea representaciones gráficas, reglas de transformación simples (pero estructuradas) y nociones precisas de verdad-falsedad (relacionado con nociones filosóficas). En este sentido, la Fundación Universitaria Los Libertadores, ha considerado desarrollar un proyecto de investigación, cuyo propósito general es la implementación de los GEP en algunos espacios académicos de Fundamentos de Matemáticas para explorar el impacto en el proceso de aprendizaje de la lógica clásica. Para ello, durante un año, se consideraron cuatro implementaciones en cuatro grupos diferentes, dos de ellos donde se exploraron los GEP como herramienta didáctica y otros dos que se orientaron vía lógica clásica (tablas de verdad y sistemas deductivos). En esta charla se presentarán algunos elementos que se desarrollaron en el marco de la implementación, así como una comparación cuantitativa y cualitativa de los resultados obtenidos. Se espera que con estos resultados se pueda mostrar las bondades y debilidades que presenta la implementación de los GEP, y que ellos sean un aliciente para que su implementación sea ampliada a nuevos niveles educativos e instituciones.

**Bibliografía**

Zalamea, F. (2010). *Los gráficos existenciales peirceanos*. (Unibiblos, Ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Oostra, A. (2010). “Los gráficos Alfa de Peirce aplicados a la lógica intuicionista”, *Cuadernos de Sistemática Peirceana 2*, páginas 25-60. [3] Oostra, A. (2011). “Gráficos existenciales Beta intuicionista”, *Cuadernos de Sistemática Peirceana 3*, páginas 25-60.

**PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN DE  
PROBLEMAS USANDO ELEMENTOS Y  
PROPIEDADES DE LOS CUADRILÁTEROS**  
*MEIRA LUZ ARIAS TARCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

Planteamiento y resolución de problemas usando elementos y propiedades de los cuadriláteros Se presenta un trabajo en enseñanza de las matemáticas, desarrollado por una comunidad indígena Kankuamo, en la institución promoción social Guatapurí- Chemesquemena, de su resguardo ubicado en la vertiente sur oriental de la sierra nevada de Santa Marta. En la institución, el 90% de los estudiantes pertenece a la etnia Kankuama, y el 10% a las etnias Koggy, Wiwa y Arhuaca. Allí se trabaja un modelo educativo propio del pueblo indígena Kankuamo que fue construido colectivamente, y se llama Maku Joguki. En este trabajo se diseñaron y llevaron a cabo actividades diferentes a las clases regulares, integrando los aspectos fundamentales del modelo Maku Joguki: Pedagogía del consejo y el ejemplo: La profesora guiaba las actividades; haciendo preguntas, formulando situaciones problema y sugiriendo estrategias para buscar soluciones. En particular, se insistió en las etapas de resolución del aprendizaje basado en problemas, que permiten que los estudiantes desarrollen habilidades que son útiles en cualquier situación. Investigación directa y trabajo colectivo: Los estudiantes aprovecharon los materiales y espacios del entorno para descubrir y comprender por sí mismos algunas propiedades de los cuadriláteros. En esta parte se usó la metodología del aprendizaje activo, que enriquece las habilidades individuales y grupales de los estudiantes para que valoren los elementos que tienen en el entorno y los comparen con elementos que están por fuera del territorio. Entre los resultados de esta propuesta, se destaca la motivación de los estudiantes al realizar mediciones con varias unidades, algunas de ellas propias de su espacio cotidiano. Ellos interiorizaron y diferenciaron los conceptos de área y perímetro, lo cual ha repercutido en su gusto por aprender matemáticas. Además han logrado poner en práctica algunas técnicas para resolver situaciones problema en diferentes contextos. También se potenciaron los recursos disponibles, para enseñar matemáticas en una forma diferente a la clase magistral, y se han generado nuevas ideas para un trabajo futuro. De forma más general, se ha fortalecido el modelo Maku Joguki, al integrar sus elementos con elementos proporcionados por la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

**FACTORES ACADÉMICOS QUE INFLUYEN EN LOS  
RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS ESTUDIANTES  
EN LA PRUEBA SABER PRO EN EL MÓDULO  
RAZONAMIENTO CUANTITATIVO**

*ERICA ALEXANDRA CORREA PÉREZ, INSTITUCIÓN  
UNIVERSITARIA DE ENVIGADO*

*JULIAN MAURICIO GRANADOS MORALES, INSTITUCION  
UNIVERSITARIA DE ENVIGADO*

*GLADYS ADRIANA BETANCUR JARAMILLO, INSTITUCION  
UNIVERSITARIA DE ENVIGADO*

El módulo razonamiento cuantitativo de la prueba SABER PRO, pretende evaluar, en los futuros profesionales en Colombia, el desarrollo de competencias básicas en matemáticas, para analizar, modelar y resolver problemas aplicando métodos y procedimientos cuantitativos y esquemáticos. Su diseño está basado en la idea, de que todo graduando universitario debería ser capaz de aplicar métodos matemáticos simples a la solución de problemas del mundo real. Según Sons(1996) un graduando universitario alfabetizado en lo cuantitativo debería ser capaz de lo siguiente: • Interpretar modelos matemáticos tales como fórmulas, gráficas, tablas y esquemas, así como hacer inferencias a partir de estos. • Representar información matemática de forma simbólica, visual, numérica y verbal. • Usar métodos aritméticos, algebraicos, geométricos y estadísticos para resolver problemas. • Estimar y verificar soluciones a problemas matemáticos para determinar si son razonables, identificar alternativas y seleccionar resultados óptimos. • Reconocer que los métodos matemáticos y estadísticos tienen limitaciones. El ICFES ha concebido el razonamiento cuantitativo de manera que no se limite a la aritmética básica, pero que tampoco exceda lo claramente necesario para el adecuado desempeño de todo ciudadano en situaciones cotidianas, sea cual fuere su profesión u oficio. Tomando algunas ideas recopiladas por Steen(2001) y el trabajo de Sons(1996), se ha elegido el término cuantitativo sin querer con ello limitar el alcance del razonamiento cuantitativo a lo numérico y a los algoritmos de operaciones elementales. Se busca marcar una distinción con las matemáticas a partir de la identificación de los elementos indispensables para todo ciudadano y de los contextos que exigen aplicaciones prácticas de esos elementos. Los resultados de las pruebas saber pro son utilizados por el ICFES para realizar seguimiento del nivel de formación de los estudiantes, la calidad de los programas de formación y de las instituciones de educación superior. De allí que unos bajos resultados impliquen algunas inquietudes sobre el proceso de formación en matemáticas en educación superior. En esta ponencia se presenta un avance de la búsqueda de los factores académicos que influyen en los resultados obtenidos por los estudiantes de la Institución Universitaria de Envigado. El estudio se concentrará en los resultados obtenidos en los programas de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica,

en el módulo de razonamiento cuantitativo.

**PROBLEMAS CON MÚLTIPLES SOLUCIONES Y EL  
CONTROL EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**  
*OSCAR FELIPE BERNAL PEDRAZA, UNIVERSIDAD DE LOS  
ANDES*

Las propuestas de procesos de solución de problemas y sus componentes han sido parte vital de la investigación en educación matemática por más de medio siglo, evolucionando paulatinamente e incluyendo cada vez más variables en el análisis del ocurrir de dichas soluciones. Uno de los componentes que se hace evidente en las propuestas de los años ochenta del siglo pasado es el control, entendido como el mecanismo metacognitivo por medio del cual la persona ejecutando el proceso de solución puede decidir si el camino por el que avanza le lleva a la solución del problema—incluso antes de encontrar obstáculos evidentes que muestren lo contrario—y decidir cambios en la aproximación elegida. Por su parte, los problemas con múltiples soluciones presentan una situación en la que el mecanismo de control no se puede guiar por la unicidad del camino, ya que incluso cuando el problema obedece a esquemas de solución conocidos tomar un camino alternativo puede igualmente llevar a la solución; en esas condiciones el control sobre el proceso de solución enfrenta la dicotomía entre continuar con un camino que no presenta obstáculos o cambiar a otro que puede parecer más certero pero que exige retroceder en la solución y perder lo ya avanzado. Esta corta exploración del tema pretende dar marco a posibles investigaciones acerca de la relación entre la enseñanza utilizando problemas con múltiples soluciones y el desarrollo de mecanismos de control en la solución de problemas, haciendo por una parte un recuento de algunas propuestas sobre esquemas de solución de problemas y la aparición de los mecanismos de control en esas propuestas, para entender sobre esos esquemas los avances actuales en investigación sobre uso de problemas con múltiples soluciones en educación.

**EL NUEVO ROL DEL MAESTRO EN LA ENSEÑANZA  
DE LA MATEMÁTICA**  
*ELMER JOSE RAMIREZ MACHADO, UNIVERSIDAD  
PONTIFICIA BOLIVARIANA*  
*CONSUELO ARANGO VASQUEZ, UNIVERSIDAD  
PONTIFICIA BOLIVARIANA*

En Colombia, la comunidad de educadores matemáticos avanza en la reflexión, el debate y la investigación, tanto sobre la necesidad de la formación matemática de los niños y jóvenes, como sobre la forma en que ella pueda contribuir más

eficazmente a las metas y propósitos de la educación del ciudadano actual. En este sentido, la educación matemática debe responder tanto a las demandas globales y nacionales, como a las relacionadas con una educación para todos, la atención a la diversidad, a la interculturalidad, y a la formación de ciudadanos con capacidades y competencias necesarias para la participación y el ejercicio de sus derechos y deberes democráticos. Para comprender mejor los cambios en la relación con las metas de la educación matemática y los fines de la educación actual de cara al siglo XXI, el futuro Maestro deberá construir para sí, y con ayuda del programa, una visión sistémica de la Educación Matemática. Se puede decir, entonces, que la necesidad del país y la región de un licenciado en matemáticas, implica formación disciplinar, como eje que soporta el acto de enseñanza; pedagogía y didáctica, en tanto lenguajes, procesos y recursos que hacen posible la enseñabilidad de la disciplina en cuestión; e investigativa, como dinámica que permite generar propuestas de orden educativo, didáctico o alusivas al saber disciplinar. Esto a través de un proceso educativo transversalizado por un conjunto de valores explícitos, inherentes a la naturaleza del área de formación y a la filosofía propia de la Institución de Educación Superior que los forma, para el presente caso Universidad Pontificia Bolivariana. Con base en la resolución 02041 de febrero 3 se propone lo siguiente:

- El componente del saber específico y disciplinar: a partir del cual se consolida el dominio conceptual de la matemática, incluye el manejo de las relaciones sistemáticas que soportan el área. En este sentido se apunta a un licenciado con manejo de los procesos y las conexiones entre los algoritmos básicos y las operaciones más complejas. Entendido así, este componente supera el dominio temático, pues también incluye las capacidades y competencias matemáticas como son el razonamiento matemático; la resolución y planteamiento de situaciones matemáticas; el lenguaje y la comunicación; la modelación y modelización; de igual manera, el manejo de TIC, aplicada a los procesos de enseñanza.
- El componente pedagógico y didáctico: se refiere al conocimiento y generación de prácticas docentes innovadoras que permitan al licenciado participar y orientar en forma asertiva y pertinente en las dinámicas escolares, con actitud y aportes propositivos. Lo didáctico hace referencia a la creación de métodos, recursos y ambientes de aprendizaje que hagan posible la enseñanza y evaluación del área, tendientes al aprendizaje significativo y a la aplicación del mismo, según las tendencias contemporáneas en educación; siempre en clave de las demandas de la comunidad académica, social y cultural.
- El componente de Contexto: como el reconocimiento de las condiciones históricas, políticas y sociales del entorno en el que tiene lugar su desempeño pedagógico, y que significan el fundamento para la incursión de prácticas y saberes situados y pertinentes. Este componente comprende también la identificación y valoración de los procesos de pensamiento de orden cognitivo y emocional del público que atiende, aspecto de incidencia relevante en la determinación de los procedimientos didácticos del área.
- El componente de práctica: responde, por un lado, a las exigencias del MEN (Resolución 02041 de febrero 3 de 2016); por otro lado, a la concepción de licenciado en UPB. La experiencia de práctica significa un eje transversal en la formación docente, el cual se concibe como un proceso que va desde la observación, hasta el contacto

directo con los estudiantes, pasando por el diseño de planeaciones, elaboración de propuestas recursos y didácticas, y participación en las diversas actividades propias de la vida escolar

**LA GESTIÓN ACADÉMICA EN PROCESOS DE  
ACOMPañAMIENTO EN MATEMÁTICAS PARA  
ESTUDIANTES QUE INICIAN SU PROCESO DE  
FORMACIÓN EN INGENIERÍAS. CASO DE  
ESTUDIO. UNIVERSIDAD PONTIFICIA  
BOLIVARIANA (MEDELLÍN)**

*GUILLERMO LEÓN LÓPEZ FLÓREZ, UNIVERSIDAD  
PONTIFICIA BOLIVARIANA (MEDELLÍN)*

*CLAUDIA ELENA CARDOZO AMAYA, UNIVERSIDAD  
PONTIFICIA BOLIVARIANA (MEDELLÍN)*

*RICARDO POSADA JARAMILLO, UNIVERSIDAD  
PONTIFICIA BOLIVARIANA (MEDELLÍN)*

Los programas de formación profesional que requieren matemáticas en su desarrollo, como Ingeniería, Arquitectura, Economía y afines presentan tasas de deserción acumulada altas e índices de pérdida en Ciencias Básicas que son motivo de preocupación permanente para todas las instituciones. Lo anterior nos lleva a pensar que los estudiantes que inician un programa de formación superior en el cual las matemáticas son indispensables, no cuentan con una estructura conceptual y procedimental adecuada que les permita iniciar estos estudios con mejores resultados y mucho menos aprender por cuenta propia. Los procesos de acompañamiento académico en el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas ocupan un lugar preponderante en los sistemas educativos de los tiempos actuales, lo cual requiere una gestión muy específica en cada una de las instituciones educativas y aún con mayor ímpetu en las instituciones de educación superior. Además, el dominio de cada disciplina se toma actualmente como una condición necesaria; pero no suficiente para ejercer la profesión. La condición de suficiencia está en el dominio de competencias genéricas o transversales, una de ellas es aprender por cuenta propia, nos preguntamos ¿Cómo ayudar a desarrollar esta competencia en los estudiantes que inician su proceso de formación en profesiones donde la matemática es uno de los pilares fundamentales? Acercándonos a dar respuesta desde lo práctico y funcional para mejorar este escenario, conscientes de la importancia de un programa de acompañamiento en el área específica de matemáticas y después de muchos años de diferentes intentos algunos fallidos y otros con luces de aciertos generamos el Grupo de Acción e Intervención Académica (GAIA). El propósito fundamental de este Programa en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB, Medellín) es acompañar, guiar y ayudar en el mejoramiento e

interiorización de los procesos básicos en los diferentes conceptos matemáticos por parte de los estudiantes de Ingeniería. Para cumplir con estas intenciones se ha requerido de diferentes acciones que han conllevado al convencimiento de estudiantes, maestros y directivas de seguir avanzando en esta dirección, lo cual da soporte y motivación a la gestión académica en procesos de acompañamiento en matemáticas para estudiantes que inician su proceso de formación en ingenierías o que se encuentran en los cursos de formación básica. En esta ponencia haremos una descripción del programa de Escuela liderado por el Grupo de Acción e Intervención Académica (GAIA), de sus avances y de su futuro. Describiremos las actividades realizadas y los logros obtenidos hasta el momento. Además, las implicaciones que tiene la estructura del programa sobre la Institución, sobre las formas de hacer las cosas, la dirección de procesos de desarrollo de nuevas acciones y la elaboración de la estrategia de despliegue en la institución.

**ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS  
MATEMÁTICAS EN EL COLEGIO LOS NOGALES**  
*ALEX SARRIA, COLEGIO LOS NOGALES*

Este o presenta un recorrido por el programa de matemáticas del Colegio Los Nogales durante los últimos 20 años y algunos de los principios que sustentan el currículo la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con muy buenos resultados tanto a nivel nacional como internacional. En la primera parte se presenta un breve resumen sobre los valores en los que se fundamenta la filosofía del Colegio Los Nogales, así como las principales creencias que tenemos sobre el proceso de aprendizaje. En la segunda parte se presenta un breve resumen de las condiciones estratégicas horarios, textos, planeación, horas de trabajo por semana, evaluación interna y externa. En la tercera parte hago una descripción general de la metodología que usamos en nuestras clases a lo largo de los diferentes niveles: preescolar, primaria, básica y secundaria. Finalmente, a manera de conclusión se presenta un pequeño resumen de los principales factores en los que creemos se sustenta el éxito de nuestra metodología de enseñanza.

**ANÁLISIS AL PERFIL INVESTIGATIVO DE LOS  
DOCENTES FORMADORES DE MAESTROS EN  
FORMACIÓN INICIAL DE MATEMÁTICAS, Y SU  
RELACIÓN CON SUS PRÁCTICAS PEDAGÓGICAS  
EN EL AULA DE CLASES.**

*SONIA VALBUENA DUARTE, UNIVERSIDAD DEL  
ATLÁNTICO*

*ROBINSON JUNIOR CONDE CARMONA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO*

*IVAN ANDRÉS PADILLA ESCORCIA, UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO*

La presente participación está orientada en socializar desde una reflexión la importancia de ser un docente investigador, tanto en los maestros en formación inicial como en los docentes en ejercicio de un programa académico de Licenciatura en Matemáticas. El trabajo de estas participación recabó información a través de observaciones no participantes en las asignaturas que tienen relación con investigación y práctica pedagógica, se entrevistaron formadores de formadores y maestros en formación inicial con el fin de caracterizar desde sus perspectivas estos procesos, además de confrontarlo con un constructo teórico de la misma, nuestro trabajo culmina con la caracterización de un perfil para formadores de formadores que tienen a cargo las asignaturas de práctica pedagógica e investigación. Basándonos en las reglamentaciones del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2015), y en particular en el Decreto N° 2450 del 17 de diciembre 2015, en el cual se establecen condiciones de calidad para la acreditación de los Programas académicos de Licenciaturas y los enfocados a la Educación, en él cual se deja leer las exigencias a los Programas de un núcleo de profesores con experiencia acreditada en Investigación orientada de manera especial a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, con alta formación académica; de maestría o doctorado; y cualidades y tiempo de dedicación destinado al acompañamiento del estudiante. Ahora bien, bajo la Normatividad Nacional, el MEN (2016) a través de la Resolución 02041 de febrero del 2016, se plantean Lineamientos de Calidad para las Licenciaturas, infiriéndose de éste que para que los educadores de un Programa académico, mejoren significativamente las competencias docentes, en todo su quehacer pedagógico y profesional, deben ser partícipes de actividades de Investigación Formativa y en el aula, además de la investigación científica. Luego del análisis de la información recabada, se infieren algunos elementos tales como: los maestros en formación inicial no sienten tener la suficiente formación en investigación para realizar un proyecto investigativo, perciben la investigación, más como un curso de su plan de estudios que debe cumplirse; y en realidad no les representa algo significativo en su formación. Los formadores por su parte también perciben lo anterior en los maestros en formación inicial, y notan preocupación de por qué no identifican la investigación como una competencia necesaria que deben desarrollar como futuros educadores del país. Por otra parte, los maestros en formación inicial no identifican en sus formadores el perfil que debe tener un investigador; no los consideran idóneos en algunos casos de administrar estas asignaturas, encuentran en el colectivo una disociación de ideas y visiones, de investigación. Esto los lleva a que, semestre a semestre, empiecen su proyecto de investigación desde cero, dado que el siguiente Formador “desarma” todo el trabajo ya hecho con el anterior. Los Estudiantes de la Licenciatura en Matemáticas sienten que se debe hacer un esfuerzo desde la contratación de docentes idóneos para estas asignaturas, como también que los docentes ya propios de las mismas, intenten

reunirse y compartir sus ideas, para que exista mayor convergencia y el proceso investigativo, sea más agradable y productivo para ellos.

**DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN CURSO PARA  
INTRODUCIR A ESTUDIANTES DE ECONOMÍA EN  
LA FORMA DE PENSAR DE UN ECONOMISTA:  
PENSANDO PROBLEMAS**

*PAULA JARAMILLO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

El curso de Pensando Problemas es la primera aproximación de los estudiantes de economía a la forma de pensar de los economistas. En este curso, los estudiantes sientan las bases de esta estructura mental al familiarizarse con el lenguaje utilizado en la disciplina y la forma en que se construyen no solo los argumentos explicativos sino también las preguntas en la disciplina. El curso está diseñado para que los estudiantes desarrollen tres competencias: primera, la capacidad lógica; segunda, el pensamiento crítico; y tercera, la capacidad de entender y usar las matemáticas (lectura y escritura) “como parte del lenguaje económico”.<sup>1</sup> Durante el semestre los estudiantes utilizan herramientas y conceptos simples de matemáticas para identificar, plantear y resolver problemas “solucionables” de la vida diaria.<sup>2</sup> De esta manera pueden empezar a experimentar cómo esta estructura mental y su lenguaje se aplican a situaciones cotidianas y facilitan su comprensión y análisis. El curso está organizado en cuatro momentos correspondientes a los pasos y herramientas necesarias para identificar, organizar, relacionar y solucionar problemas solucionables. Con estos pasos y herramientas los estudiantes se familiarizan con el lenguaje de los economistas que incorpora el lenguaje literario y el lenguaje matemático para transformar un problema cotidiano en un problema solucionable. Los cuatro pasos y sus respectivas herramientas por los que pasan los estudiantes en el curso son: identificar si un problema es solucionable y formularlo con conjuntos; organizar la información relevante del problema en matrices; establecer las relaciones entre los elementos del problema en funciones; plantear soluciones para esos problemas solucionables utilizando la programación de algoritmos. Cada uno de los

---

<sup>1</sup>Utilizando la teoría del lenguaje de F. de Saussure, es posible pensar como un juego de reglas o como la estructura que permite la comunicación entre los economistas. Este lenguaje está compuesto por la lengua idiomática y la lengua matemática que son utilizadas por los economistas que les permiten hablar en función de sus propósitos comunicativos (Centro de Español, Universidad de Los Andes).

<sup>2</sup>La definición de problema solucionable se construye con los alumnos para llegar a una definición acordada. Para este curso, un problema es solucionable si, bajo un conjunto de conocimientos mínimos y comunes entre quien formula la pregunta y quien la recibe para responderla o discutirla (no incluye valores morales), cumple con tres características. Primero, el enunciado del problema tiene toda la información suficiente para resolverlo, no se necesita hacer supuestos adicionales para encontrar la solución y la solución no depende de quién la responda. Segundo, hay total certeza en la respuesta y su justificación. Tercero, si la respuesta para la humanidad no es “no sabemos hoy”.

pasos se desarrolla a través de actividades que usan los conocimientos previos de los estudiantes para resolver las actividades. De esta manera los estudiantes se familiarizan con el uso de las herramientas antes de estudiar su notación matemática. Al final de este curso los estudiantes están en capacidad de identificar, caracterizar, analizar y solucionar un problema solucionable utilizando el lenguaje propio de la economía.

*JUAN MIGUEL VELASQUEZ SOTO, UNIVERSIDAD DEL VALLE*

*JUAN BYRON CORREA FONNEGRA, UNIVERSIDAD DEL VALLE*

En términos generales, en 2015 los estudiantes colombianos mejoraron los resultados en las pruebas PISA frente a los obtenidos en las versiones anteriores. Las tres áreas: lectura, matemáticas y ciencias, retornaron a una senda creciente luego de la caída registrada en 2012 con relación al 2009. Por ciudades, Bogotá obtuvo los mayores incrementos, seguida de Medellín, Manizales y Cali. No obstante, los resultados continúan siendo inferiores al promedio obtenido por los países de la OCDE y países latinoamericanos como Chile y Uruguay, aunque se están cerrando las brechas. El número de estudiantes que no logran superar las tareas más básicas de cada área, nivel uno de desempeño o inferior, disminuyó, así mismo aumentó la proporción de estudiantes clasificados en los niveles cinco y seis, como consecuencia del aumento del promedio. Al analizar los resultados por ciudades en 2015, se observa que paralelo al incremento promedio en el desempeño también aumentó la desviación estándar, de manera especial en Bogotá, ciudad en la que el incremento en el percentil 90 fue más del doble del alcanzado en el percentil 10 en las tres áreas de desempeño. De otro lado, una mirada a los resultados de las pruebas Saber 9 durante el trienio 2013-2015, a nivel colegio, no deja la misma sensación de un sistema educativo en evolución y mejoría. Al desagregar por percentiles se observa un leve aumento en matemáticas, en los diferentes puntos de la distribución en el 2014 con respecto al 2013, tendencia que se invierte un periodo después, año 2015, donde se retorna a los valores alcanzados en el 2013. La pregunta que surge de manera natural es: Si se recuperó la tendencia creciente en los resultados de la Prueba PISA 2015 respecto a 2009, ¿por qué esos resultados no se evidencian en las pruebas Saber 9, que es la prueba nacional equivalente de acuerdo al por rango de edad de los estudiantes? Esta charla tiene como objetivo ampliar, con base en los resultados de ambas pruebas, PISA y Saber 9, las hipótesis antes formuladas. Referencias: - Colombia en PISA 2015 Resumen ejecutivo. Icfes. - Bases de Datos Saber 9 años 2012 a 2015

**UNA COMPARACIÓN ENTRE APRENDIZAJE  
BASADO EN DESCUBRIMIENTO, APRENDIZAJE  
BASADO EN ESQUEMAS E INSTRUCCIÓN DIRECTA  
EN COLEGIOS DE LA ASOCIACIÓN ALIANZA  
EDUCATIVA**

*JUAN GABRIEL MALAGON GONZALEZ, HARVARD  
UNIVERSITY*

*ANDREW ENGELWARD, HARVARD UNIVERSITY*

Varias técnicas de enseñanza en el aula se han experimentado a nivel global en las últimas décadas. El aprendizaje basado en descubrimiento es una de las propuestas con implementaciones que van desde las bases del constructivismo puro hasta escenarios de aprendizaje claramente delimitados por el docente para estimular el descubrimiento. La instrucción directa es uno de los métodos con mayor tradición en escuelas colombianas, dominando durante gran parte del siglo XX las propuestas metodológicas de los colegios. El aprendizaje basado en esquemas es una alternativa estudiada durante la primera década del siglo XXI por autores como Fuchs y Jitendra la cual, inicialmente, se implementó con estudiantes con dificultades de aprendizaje. En los últimos años ha aparecido una literatura considerable acerca de los resultados del aprendizaje basado en esquemas con estudiantes de escuelas primarias y secundaria. El estudio que realizamos se llevó a cabo en noviembre de 2016. Los participantes fueron estudiantes y profesores de grado 6o de diferentes colegios de la Asociación Alianza Educativa. Durante una semana cada profesor utilizó una de estas tres técnicas de enseñanza con sus estudiantes trabajando el tema Elementos de Combinatoria (Principio de la Multiplicación, Permutaciones y Combinaciones). Los resultados fueron tabulados y analizados. Al presentarlos, proponemos diferentes hipótesis que explican lo que obtuvimos, al igual que las limitaciones del estudio. Este trabajo es el proyecto de grado de Juan Malagon en la maestría de matemáticas para la enseñanza de Harvard University, asesorado por Andrew Engelward, director del programa.

**LA ESTRUCTURA CURRICULAR DEL PROGRAMA  
DE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS DE LA  
UNIVERSIDAD DE NARIÑO EN EL CONTEXTO DEL  
DECRETO 2450**

*SAULO MOSQUERA LÓPEZ., UNIVERSIDAD DE NARIÑO.  
GUSTAVO ADOLFO MARMOLEJO AVENIA., UNIVERSIDAD  
DE NARIÑO*

El 27 de Noviembre 27 el Honorable Consejo Superior de la Universidad de

Nariño mediante Acuerdo 31 de 1967 creó el Programa de Licenciatura en Matemáticas y Física el cual a través del tiempo experimentó diversas reformas hasta transformarse en 1984 en la Licenciatura en Matemáticas. En 1999, y con la promulgación del Decreto 272 por parte del Gobierno Nacional, se transforma la concepción de la Licenciatura en Matemáticas que se orienta esencialmente bajo los principios fundamentales de la Educación Matemática, con expectativas a tener mayor influencia en esta área en la región y el país. A partir de este hecho se han realizado diversas modificaciones en su estructura curricular hasta la concepción actual la cual recibió acreditación de calidad por un período de 4 años mediante resolución 13752 del Ministerio de Educación Nacional de septiembre 2 de 2015; sin embargo la expedición del Decreto 2450 del 17 de diciembre de 2015 del Ministerio de Educación Nacional posibilitó una reconceptualización de esta estructura curricular para incluir en ella los requerimientos establecidos en esta norma. La propuesta adaptada al Decreto 2450 mantiene básicamente la formación matemática y se modifica sustancialmente la componente de Educación Matemática para entrelazarla con concepción institucional de práctica pedagógica, la cual se constituye como un proceso transversal a los planes curriculares de los programas de formación de educadores y se concibe como un hacer que se retroalimenta con dinámicas auto reflexivas, reflexivas y críticas; está alimentada por una serie de procesos teóricos, reflexivos, interpretativos e investigativos que permiten orientar, interpretar, realizar, confrontar y transformar las acciones educativas y formativa, desarrolladas y a desarrollarse, en contextos concretos. Se realiza básicamente en dos espacios: El contexto académico interno y el contexto socio-educativo externo y en estos contextos está constituida por las siguientes acciones: Pensar-Hacer, Concebir-Hacer, Explorar-Experimentar-Hacer y Proponer-Hacer. En la exposición se desea presentar los efectos de la aplicación del Decreto 2450 en la estructura curricular del programa de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad de Nariño. Referencias Bibliográficas Ministerio de Educación Nacional. (2015). Decreto 13752 de 2 de septiembre. Ministerio de Educación Nacional. (2015). Decreto 2450 de 17 de diciembre. Universidad de Nariño. (2016). Consejo Académico. Acuerdo 127 del 22 de noviembre de 2016. Pasto. Universidad de Nariño. (2017). Proyecto Educativo del Programa de Licenciatura en Matemáticas, PEP 2017. Pasto.

**INCORPORANDO EN LAS CLASES DE  
MATEMÁTICAS EL USO DE REDES SOCIALES.  
REFLEXIONES DESDE UNA PERSPECTIVA  
POLÍTICA DE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA.  
MARTHA CECILIA CLAVIJO RIVEROS, SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN  
CLAUDIA MARÍA ARIAS ARIAS, SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN**

*DOLLY CAROLINA MORA VILLOTA, MINISTERIO DE  
EDUCACIÓN NACIONAL*

Con la siguiente comunicación intentamos dar a conocer algunas reflexiones desde una perspectiva política, sobre la propuesta didáctica en el área de matemát

**ESTRATEGIA DE FORMACIÓN DOCENTE EN  
MATEMÁTICAS PARA PRIMARIA: LA  
EXPERIENCIA DE LA ASOCIACIÓN ALIANZA  
EDUCATIVA CON LOS COLEGIOS PIONEROS  
TODOS A APRENDER.**

*FRANCY PAOLA GONZALEZ, ALIANZA EDUCATIVA  
MERCEDES WILLS, ALIANZA EDUCATIVA  
ANIBAL REY Y JUAN MALAGON, ALIANZA EDUCATIVA*

La Asociación Alianza Educativa (AAE) participa desde el año 2015 en el programa Pioneros Todos a Aprender del Ministerio de Educación Nacional (MEN). En este programa la AAE está a cargo de la formación y el acompañamiento de un grupo de profesionales (formadores) que replican este proceso, mediante una estrategia de formación en cascada, a un grupo de tutores y estos a su vez a los docentes de más de 500 escuelas públicas del país. En el área de matemáticas esta estrategia de formación se ha venido consolidando en el diseño de actividades de aprendizaje que hacen visible aspectos clave de la enseñanza de las matemáticas tales como la resolución de problemas, el currículo en espiral y el CPA (concreto - pictórico - abstracto). Estas actividades se recrean desde la metodología de aprendizaje cooperativo durante jornadas de formación en las que se espera que los adultos, al vivenciar las mismas, concluyan los aprendizajes de una forma deductiva. En esta presentación queremos mostrar en qué presupuestos se fundamenta esta formación, cómo se ha realizado y el tipo de material producido para llevarla a cabo, buscando hacer conciencia de cómo el trabajo desde el CPA, la resolución de problemas y la claridad de las espirales en los distintos pensamientos matemáticos ayuda a los docentes en su trabajo diario en el aula de clase.

**POLÍTICA PÚBLICA EN EDUCACIÓN  
MATEMÁTICA - UNA MIRADA ACTUAL**  
*ENRIQUE ACOSTA JARAMILLO, INDEPENDIENTE*

La Ley general de educación (Ley 115 de 1994) establece la autonomía curricular de todos los centros educativos del país, e inicia un proceso de descentralización del sistema educativo. A partir de esta Ley, la responsabilidad del Ministerio

de Educación Nacional (MEN) ha sido formular y definir lineamientos curriculares que apoyen a las instituciones del país en la difícil labor de definir su propio currículo. En la presente ponencia haré un breve resumen de los os que ha producido el MEN desde 1994 para apoyar la definición y ejecución de los currículos de matemáticas en las instituciones educativas. En este recuento se evidencian claros esfuerzos para responder a las dificultades que han tenido estas para producir currículos de educación matemática de alta calidad, al igual que responder a nuevas realidades nacionales e internacionales, y a los resultados que ha obtenido el país en pruebas estandarizadas internacionales (por ejemplo, PISA) y los correspondientes resultados en las pruebas estandarizadas nacionales (pruebas Saber).

**¿SOMOS POTENCIALMENTE PROFESORES DE  
MATEMÁTICAS? PROCESO DE RESIGNIFICACIÓN  
CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN  
MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD LA GRAN  
COLOMBIA**

*CARLOS EDUARDO LEON SALINAS, UNIVERSIDAD LA  
GRAN COLOMBIA*

A partir de los nuevos lineamientos para la renovación de registros calificados de las licenciaturas a nivel nacional, las facultades de educación debieron hacer un ejercicio de reflexión que deparó en una resignificación curricular de cada programa. Este es el caso del programa de Licenciatura en matemáticas y tecnologías de la Información de la Universidad La Gran Colombia, el cual para el año 2016, se replanteó desde su fundamentación teórica, atendiendo a diferentes factores presentes en las necesidades que hoy en día nuestra sociedad exige. La directriz inicial es romper el paradigma de que enseñar matemáticas está destinado para unos “pocos” y que esos “pocos” son cada vez “más pocos”. ¿Es posible pensar en que todos nosotros somos potencialmente aptos para enseñar matemáticas en la escuela? La respuesta para este interrogante se pretende argumentar desde un diseño curricular con el que se aspira obtener la acreditación en alta calidad otorgada por la Comisión Nacional de Acreditación.

**CAMINOS DE UNA ARMONIZACIÓN CURRICULAR  
AL INTERIOR DE LA FACULTAD DE EDUCACIÓN**

*IVÁN LEONARDO CELY RUEDA, FACULTAD DE  
EDUCACIÓN, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA*

La universidad de Antioquia en general y su Facultad de Educación en particular siempre le están apuntando a la renovación y modernización de sus programas

académicos. Es así como a través de dinámicas de Autoevaluación permanentes se preguntan por sus virtudes y defectos en aras de mejorar las propuestas curriculares. En la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas (creada el 14 de febrero del 2000) se adelantó un proceso de Autoevaluación con fines de acreditación (2009 – 2014) que coincidió con la reforma a las Licenciaturas y los nuevos criterios de calidad de las mismas, dando como resultado una reforma al interior del programa (y de todas las Licenciaturas de la Facultad de Educación de la UdeA) transformando su denominación, objetivos de formación y prácticas pedagógicas (entre otros) a Licenciatura en Matemáticas. Se aseguró el respeto y la historia de la Licenciatura en Educación Básica y se optó por una “armonización curricular” con los saberes Pedagógicos, Didácticos y Específicos de la facultad logrando así, creemos nosotros, un salto hacia la modernización y mejores prácticas docentes. Las transformaciones más relevantes fueron en los lugares de: prácticas pedagógicas tempranas, lengua extranjera, fortalecimiento de los espacios de formación en matemáticas y flexibilidad curricular para beneficio de los maestros en formación

### 5.4.5 LÓGICA

#### UN ACERCAMIENTO A LA LÓGICA LINEAL DESDE LA TEORÍA DE INSTITUCIONES

*CARLOS ERNESTO RAMÍREZ, PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
JAVERIANA-CALI  
JAIME ANDRÉS CASTAÑO, UNIVERSIDAD SANTIAGO DE  
CALI*

El lenguaje de las instituciones ha permitido precisar de manera rigurosa lo que se entiende por la especificación algebraica de un sistema, así como las estrategias de verificación formal del mismo. Lo interesante de esta perspectiva radica en la capacidad de vincular de forma funtorial los aspectos tanto sintácticos como semánticos de una lógica así como los procesos de reescritura entre especificaciones. En este trabajo hacemos uso de la teoría de instituciones para enmarcar la lógica lineal proposicional intuicionista e ilustrar la conexión con un modelo concreto de lógica lineal como lo son los espacios de fase.

#### ON THE EQUIVALENCE BETWEEN MV-ALGEBRAS AND L-GROUPS WITH STRONG UNIT.

*YURI A. POVEDA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
PEREIRA.  
EDUARDO J. DUBUC., UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.*

In "A new proof of the completeness of the Lukasiewicz axioms" (Trans Am Math Soc 88, 1959) Chang proved that any totally ordered MV -algebra  $A$  was isomorphic to the segment  $A \approx \Gamma(A^*, u)$  of a totally ordered l-group with strong unit  $A^*$ . This was done by the simple intuitive idea of putting denumerable copies of  $A$  on top of each other (indexed by the integers). Moreover, he also show that any such group  $G$  can be recovered from its segment since  $G \approx \Gamma(G, u)^*$ , establishing an equivalence of categories. In "Interpretation of AF  $C^*$ -algebras in Lukasiewicz sentential calculus" (J Funct Anal 65, 1986) Mundici extended this result to arbitrary MV -algebras and l-groups with strong unit. He takes the representation of  $A$  as a sub-direct product of chains  $A_i$ , and observes that  $A \rightarrow \prod_i G_i$  where  $G_i = A_i^*$ . Then he let  $A^*$  be the l-subgroup generated by  $A$  inside  $\prod_i G_i$ . He proves that this idea works, and establish an equivalence of categories in a rather elaborate way by means of his concept of good sequences and its complicated arithmetics. In this note, essentially self-contained except for Chang's result, we give a simple proof of this equivalence taking advantage directly of the arithmetics of the the product l-group  $\prod_i G_i$ , avoiding entirely the notion of good sequence. Keywords: MV-Algebras, l-Groups, Good Sequences.

## EL TEOREMA DE GOWERS, GEOMETRÍA EN ESPACIOS DE BANACH Y UNA NOCIÓN DE FORCING

*DANIEL CALDERÓN, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

En esta charla hablaremos sobre el teorema de Gowers (un resultado combinatorio análogo al teorema de Ramsey en el contexto del espacio  $\text{FIN}_k$ ) y su estrecha relación con la geometría en espacios de Banach. Además de esto veremos una noción de forcing al estilo Mathias-Prikry para dicho espacio combinatorio y algunas de sus propiedades.

## ESTRUCTURAS SUPERSIMPLES CON UN SUBCONJUNTO INDEPENDIENTE Y DENSO

*JUAN FELIPE CARMONA, ANTONIO NARIÑO*

Dado un cuerpo diferencialmente cerrado  $K$ , podemos considerar un subconjunto infinito  $P$  de elementos diferencialmente independientes y estudiar la teoría de la estructura  $(K, P)$ , donde ahora  $P$  es un conjunto distinguido (que era invisible antes para el lenguaje de primer orden). De igual forma, podemos abstraer este estudio a un modelo arbitrario  $M$  de una teoría supersimple con un predicado  $P$  independiente de realizaciones de cierto tipo parcial  $p$ . Esta teoría bajo ciertas condiciones resulta ser axiomatizable, supersimple y eliminar imaginarios módulo los imaginarios de la teoría de  $M$ . En la charla haré una

introducción a esta teoría y hablaré sobre el comportamiento de la geometría (bifurcación) en dichas teorías. Esto es un trabajo conjunto con Alexander Berenstein y Evgueni Vassiliev.

## GRUPOS SEMIALGEBRAICOS SOBRE CAMPOS REAL CERRADOS

*ELIANA BARRIGA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Los grupos definibles en estructuras o-minimales han sido estudiados intensamente durante las últimas décadas, y es un campo de investigación actual. Una estructura o-minimal es una estructura ordenada para la cual cada subconjunto definible de su universo es una unión finita de intervalos y puntos. Algunos ejemplos de estas estructuras son los campos real cerrados, esto es campos ordenados elementalmente equivalentes al campo ordenado real  $R$ ; por ejemplo,  $R$ , los números algebraicos reales  $R_{\text{alg}}$ , los números hiperreales  $\aleph_1$ -saturados  ${}^*R$ , entre otros ejemplos. Por eliminación de cuantificadores en los campos real cerrados (Tarski-Seidenberg), los conjuntos definibles en un campo real cerrado  $(R, <, +, 0, \cdot, 1)$  son los conjuntos semialgebraicos sobre  $R$ ; es decir, conjuntos que son combinación Booleana de conjuntos que son soluciones de un número finito de ecuaciones y desigualdades polinomiales sobre  $R$ . Presentamos una contribución al estudio de grupos definibles en campos real cerrados, esto es a los grupos semialgebraicos. Específicamente, dado un grupo abeliano definiblemente compacto y conexo  $G$  definible en un campo suficientemente saturado  $R$ , su grupo cubridor universal o-minimal es un subgrupo abierto del grupo cubridor universal o-minimal de los  $R$ -puntos  $H(R)$  de algún grupo  $R$ -algebraico conexo  $H$ . Este es un resultado interesante relacionando la geometría algebraica y semi-algebraica. Esta investigación es parte de mi tesis doctoral en la Universidad de los Andes, Colombia y la Universidad de Haifa, Israel.

## SOBRE CATEGORÍAS ACCESIBLES Y DOCILIDAD

*PEDRO ZAMBRANO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA, BOGOTÁ*

Las clases elementales abstractas (métricas y discretas) son casos particulares de un tipo de categorías (categorías accesibles) que permiten hacer teoría de modelos, las cuáles han venido siendo estudiadas por Boney, Grossberg, Lieberman, Rosicky, Vasey, entre otros. La consistencia conjuntista de la docilidad de clases elementales abstractas discretas y métricas fue probada por Boney y Boney-Z. respectivamente. Lieberman y Rosicky demostraron resultados análogos en categorías accesibles, usando solamente herramientas propias de dichas categorías. En esta charla hablaremos sobre el argumento hecho por Lieberman y Rosicky

en el caso métrico, el cual puede ser utilizado incluso en contextos topológicos más generales (trabajo en proceso con Lieberman y Rosicky).

**HACIA UNA GENERALIZACIÓN DE EXCELENCIA  
EN LENGUAJES NO CONTABLES**

*FELIPE POSADA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

La Teoría de Excelencia ha existido durante varios años, desde los trabajos de Zilber, aplicaciones en el Main Gap, y resultados modernos de Bays et al. que la demuestran como una consecuencia de la cuasi-minimalidad en clases elementales. Todo, sin embargo, ha sido contenido a resultados en lenguajes contables. En esta charla se mostrará un posible camino hacia su generalización en lenguajes no contables, por medio de una construcción, basada en el Axioma de Martin, de un análogo al argumento de back-and-forth.

**MODEL THEORY WITH A VIEW TOWARD  
HILBERTS NULLSTELLENSATZ FOR QUANTUM  
ALGEBRAS**

*ARMANDO REYES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA, SEDE BOGOTÁ*

In this talk, we discuss roots of polynomials of quantum algebras. We use several concepts (existentially complete structures, model complete structures, amalgamation property, and others) to establish a Hilbert's Nullstellensatz for these algebras. Finally, we illustrate our results with some remarkable examples of non-commutative ring theory.

**ACERCAMIENTO A LA NOCIÓN DE HAZ EN  
TEORÍA HOMOTÓPICA DE TIPOS**

*JAIME ANDRÉS ROBAYO MESA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

La teoría homotópica de tipos (HoTT) es una rama de las matemáticas que ha surgido hace muy poco tiempo, pero que goza de un importante interés en la actualidad. La razón principal de este auge se puede entender gracias a dos importantes cualidades (*i*) la capacidad constructiva que tiene esta nueva rama, que lleva a comprender de manera paralela muchas nociones matemáticas anteriores y (*ii*) las novedosas interpretaciones geométricas que la componen (nociones de homotopía vía tipos de igualdad, introducidas por Vladimir Voevodsky) y que

llevan a relacionar de manera natural nociones lógicas (teoría de tipos de Martin Löff) y estructuras jerárquicas de orden ( $\infty$ -grupoides) a través de procesos iterativos en el tipo igualdad. Así, en la actualidad se empiezan a desarrollar trabajos muy importantes en esta rama en tres frentes diferentes: (a) elementos computacionales que buscan aprovechar las ventajas constructivas de la HoTT para el apoyo de pruebas asistidas por computador, (b) estudio de una fundamentación matemática rigurosa de la HoTT a través del entendimiento de la lógica subyacente tras la teoría de tipos dependiente (C-Sistemas) y (c) el acercamiento de diferentes nociones de las matemáticas modernas y contemporáneas en HoTT. En este sentido, en este trabajo se mostrarán tres elementos que aportan a un acercamiento a la noción de haz en HoTT: el primero, la definición de haz en HoTT que aprovecha el acercamiento categórico de este concepto a través de topologías de Grothendieck; el segundo, la dificultad inherente de obtener un acercamiento clásico de este concepto a través de este nociones de espacios topológicos y funciones continuas; y el tercero relacionado con un ejemplo clásico de haz en HoTT a través de la definición inducida.

#### Bibliografía

Awodey, Steve, “Structuralism, invariance, and univalence”, *Philosophia Mathematica* 22 (2014): pp. 1-11.

The Univalent Foundations Program, *Homotopy Type Theory: Univalent Foundations of Mathematics*, <http://homotopytypetheory.org/book>, Institute for Advanced Study, 2013.

Kapranov, Michael and Voevodsky, Vladimir, “ $\infty$ -groupoids and homotopy types”, *Cahiers de Topologie et Géométrie Différentielle Catégoriques* 32 (1) (1991): pp. 29-46.

Nordström, Bengt and Petersson, Kent and Smith, Jan M, “Martin-Löf’s type theory”, *Handbook of logic in computer science* 5 (200): pp. 1-37.

Pelayo, Álvaro and Warren, Michael, “Homotopy type theory and Voevodsky’s univalent foundations”, arXiv preprint:1210.5658, 2012.

## IMPLEMENTACIÓN EN C DE UN DEMOSTRADOR AUTOMÁTICO DE TEOREMAS PARA LAS LÓGICAS MODALES K Y S2 POR EL MÉTODO DE TABLEAUX

LUZ AMPARO CARRANZA G, UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

JUAN CAMILO ACOSTA, FUNDACIÓN UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ

Presentamos la implementación de un demostrador automático de teoremas para la lógica modal normal  $K$  y la lógica modal no normal  $S2$  por medio del

método de tableaux, se compara la implementación con algunas ya existentes y mostraremos la primera implementación para la lógica  $S2$ .

Un método de demostración automática ampliamente usado en la lógica modal es el método de *tableaux* (ver, por ejemplo, [?], [?], [?], [?], [?]). Este método fue desarrollado inicialmente por Gentzen [?], Beth [?], Hintikka [?], Smullyan [?] y Jeffrey [?] para la lógica clásica. El método es fácilmente adaptable a una gran variedad de otras lógicas aparte de la modal, como la temporal, intuicionista, relevante, no-monótona y epistémica ([?], [?], [?], [?], [?], [?], [?], [?]). En la literatura nos encontramos con diferentes versiones del método aplicadas a las lógicas modales. Una de estas versiones se basa en el uso de fórmulas etiquetadas con un prefijo que denota, intuitivamente, un mundo posible donde se supone que la fórmula es verdadera en un pretendido modelo kripkeano (ver [?], [?], [?], [?], [?]). En nuestra presentación se usan expresiones de la forma  $i:A$  para indicar que la fórmula  $A$  es verdadera en el mundo nombrado por el entero positivo  $i$ . Las transiciones de un mundo a otro se indicarán mediante pares de la forma  $(i, j)$  que representan intuitivamente que el mundo  $i$  accede al mundo  $j$ . Estos pares pueden a compaña en ocasiones a las fórmulas etiquetadas con índices en un nodo del tableau.

Los algoritmos basados en tableaux para las lógicas modales han sido implementados en variadas ocasiones. Algunos demostradores bien conocidos son the Tableaux Work Bench [?] y Lotrec [?], con los cuales compararemos nuestro demostrador implementado en C# para  $K$  y  $S2$ , que puede ser posteriormente ampliado a otras lógicas modales, tanto normales como no normales. El algoritmo se implementó en C# usando el entorno de desarrollo Visual Studio 2013 ([?]), bajo el paradigma de programación orientada a objetos (ver [?], [?]). Gracias a la modularidad requerida en el tipo de programación se pueden realizar modificaciones rápidas y puntuales, es decir pequeños cambios en partes sistema de programación donde se puede abordar la implementación de distintos operadores.

Este trabajo contribuye a ampliar las implementaciones existentes del método de tableaux para las lógicas modales, en particular para  $K$  y  $S2$ . El método presentado es correcto, completo y constituye un procedimiento de decisión de la validez en dichas lógicas (ver [?]).

#### 5.4.6 MATEMÁTICAS APLICADAS

### NON-CONFORMING FE/BE COUPLING FOR A TWO-DIMENSIONAL ELECTROMAGNETIC PROBLEM

JORGE OSPINO, UNIVERSIDAD DEL NORTE

In this work we present a non-conforming finite element/boundary element coupling method to solve the two-dimensional electromagnetic problem for the time

harmonic Maxwell's equations. Here we combine the approach by Brenner et al. for the fem part with the approach by Carstensen and Funken for the fem/bem coupling. We present numerical simulations which show the effectiveness of our non-conforming fem/bem coupling.

**MODELO MATEMÁTICO PARA LA INTERACCIÓN  
EN EL MERCADO DE LOS CAFÉS ESPECIALES CON  
EL CAFÉ TRADICIONAL**

*CAMILO AUGUSTO VILLAMIL CHALARCA, UNIVERSIDAD  
DEL QUINDÍO*

*HERNÁN DARÍO TORO ZAPATA, UNIVERSIDAD DEL  
QUINDIO*

La segmentación que ha sufrido el mercado del café en términos de calidad, asociada a la expresión “café especiales”, agrupando a toda una gama de cafés que consiguen unos precios superiores y que producen una bebida superior a los cafés que normalmente se consiguen en las tiendas y supermercados, representa una gran oportunidad para los productores de café de nuestro país, aunque no se puede considerar que estos cafés formen por sí mismos una industria distinta del resto del negocio cafetero, pues la oferta y la demanda del café tradicional, determinan no solamente el nivel general de los precios del café de calidad común, sino que determinan también el sobreprecio a pagar por concepto de la alta calidad o calidad especial de determinado café, evidenciando relaciones entre los diferentes tipos de calidades. En este trabajo se formula y estudia un modelo matemático basado en ecuaciones diferenciales ordinarias, mediante el cual se describe la dinámica del mercado del café tradicional en interacción con cafés especiales, consistente en una adaptación del modelo generalizado de Lotka-Volterra, cuyos parámetros correspondientes a la tasa de interacción y a la densidad máxima de café que se puede producir y poner en el mercado, se definen como coeficientes funcionales que dependen de los valores de un atributo característico del café. El estudio del modelo de mercado da cuenta de las condiciones bajo las cuales el café especial puede penetrar en un mercado cuyo producto establecido es el café tradicional. Haciendo uso del marco teórico de las Dinámicas Adaptativas para procesos evolutivos, y considerando los procesos de innovación como procesos de evolución, se plantea la ecuación canónica, que corresponde a una ecuación diferencial ordinaria, mediante la cual se describe el comportamiento del atributo característico común de ambos tipos de cafés, después de llevar a cabo continuos procesos de innovación sobre dicho atributo. Posteriormente se estudia el modelo de mercado alrededor de los equilibrios asintóticamente estables de la ecuación canónica, permitiendo analizar la dinámica a largo plazo del mercado, al proporcionar condiciones bajo las cuales se dan escenarios en el mercado cafetero en los cuales, el café especial que ha incursionado en el mercado puede coexistir con el café tradicional, o puede sustituirlo como producto

establecido, o no alcanza la difusión necesaria, llevándolo a que desaparezca del mercado. Para los coeficientes funcionales propuestos, la dinámica del mercado a largo plazo se ve afectada por la sensibilidad del mercado hacia la interacción competitiva entre cafés, encontrando que el café especial y el café estándar interactúan en escenarios de competencia en el largo plazo. Al determinar que tan amplia es la competencia en el mercado, o en otras palabras, que tan diferentes pueden ser los atributos característicos de dos calidades de café que se encuentran en competencia, antes de pasar a un escenario de cooperación, se encontró que la diversificación del mercado tiene mayor posibilidad de darse en escenarios de mercado donde se coopera en mayor medida de lo que se compete.

**LA CONJETURA DE CERNY, SINCRONIZACIÓN DE  
SUBCONJUNTOS Y LOS AUTOMATAS EULERIANOS**  
*JUAN ANDRES MONTOYA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*  
*CHRISTIAN NOLASCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

La conjetura de Cerny es considerada el problema abierto más importante en la teoría combinatoria de autómatas. Este es el problema fundacional en la teoría de sincronización de autómatas, la cual ha encontrado importantes aplicaciones en el control de sistemas discretos. En el campo de sincronización de autómatas uno puede estar interesado en sincronizar todos los estados del autómata, como en el escenario determinado por la conjetura antes mencionada, o puede estar interesado en sincronizar una tupla de estados específicos. La sincronización de parejas es un caso resuelto que entendemos a cabalidad. El siguiente nivel de complejidad, la sincronización de triplas, es un caso que por el contrario no entendemos bien. Respecto a el podemos plantearnos problemas similares a los que suelen estudiarse, y no han sido resueltos, en el escenario Cerny. Un primer ejemplo de un tal problema es el problema de cotas superiores: Cual es el tiempo de sincronización requerido por la tripla mas dura? Al respecto, nosotros hemos formulado una conjetura, la conjetura  $2/3$ , la cual afirma que el tiempo requerido es dos terceras partes de la cota superior ingenua que es igual a  $n(n-1)$ . Hemos probado la conjetura para clases particulares de autómatas como por ejemplo los autómatas circulares, aperiódicos y monótonos. Existe una clase que nos interesa en particular, y la cual ha resultado más dura que las clases antes mencionadas, esta es la clase de los autómatas eulerianos. En la charla quisiéramos estudiar esta clase en particular, señalar las principales dificultades y explicar porque este problema esta relacionado con problemas profundos en la teoría de estructura de los dígrafos eulerianos.

### **A MATHEMATICAL MODEL OF ZIKA**

*DIEGO F. ARANDA L., UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
TOMMASO BENINCASA, UNIVERSIDAD EL BOSQUE  
GILBERTO C. GONZÁLEZ-PARRA, UNIVERSIDAD DE LOS  
ANDES, MÉRIDA, VENEZUELA.*

In this paper, we analyze the Zika virus transmission dynamics on human and mosquito populations. Mosquitoes play a role of infectious agents and vector of the Zika virus (ZIKV). In this sense, we set out a mathematical model with constant size population for the evolution of the infected humans with ZIKV and analyze its qualitative dynamics. Numerical simulations of the model varying the parameters show different scenarios about the spread of the disease.

### **NÚMEROS DIFUSOS: UNA FORMA DE REPRESENTAR LA IMPRECISIÓN Y LA AMBIGÜEDAD**

*JOSÉ RUBÉN NIÑO QUEVEDO, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

El presente trabajo tiene como objetivo divulgar el uso de la matemática difusa para modelar la incertidumbre o la imprecisión que se presenta debido a la insuficiencia de información, limitación de los datos disponibles o cuando se ha decidido utilizar variables lingüísticas en lugar de variables numéricas. Para ello, se hará una introducción a los conceptos más básicos de la matemática difusa con el fin de entender la naturaleza de los números difusos y sus operaciones básicas, también se darán algunos ejemplos para ilustrar sus características. Finalmente, se presentará algunos de los trabajos realizados por los investigadores en dicha área del conocimiento con el fin de poder apreciar la aplicación de la matemática difusa en la modelación matemática de fenómenos que presentan incertidumbre que escapa de los alcances de la estadística y de lo estocástico.

**Palabras Claves:** Conjunto difuso, variable lingüística, número difuso, matemática difusa, modelo de priorización.

### **VALORACIÓN DE DERIVADOS DEL TIPO CORTO CON DINÁMICA DIRIGIDA POR UN PROCESO DE COX MARKOV-MODULADO.**

*ALEJANDRA SANCHEZ VASQUEZ - OSCAR JAVIER LOPEZ  
ALFONSO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA,  
BOGOTÁ.  
OSCAR JAVIER LOPEZ ALFONSO, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA, BOGOTÁ*

El problema propuesto consiste en obtener los precios de una familia de bonos cupón cero, en un mercado libre de arbitraje, cuando la dinámica de la cuenta bancaria  $B_t$  esta modelada por

$$dB_t = r_t B_t dt,$$

donde  $r_t$  es la tasa de interés corta, cuya dinámica esta dada por un proceso de Poisson doblemente estocástico Markov-modulado.

Más precisamente, la tasa corta  $r_t$  se modela de la siguiente forma

$$dr_t = \mu_{\varepsilon(t)} dt + h_{\varepsilon(t^-)} dN_t \quad (5.26)$$

donde  $\varepsilon = \{\varepsilon(t)\}_{t \in [0, T]}$  denota una cadena de Markov a tiempo continuo con dos estados  $\{0, 1\}$  y matriz generadora  $\Lambda$  dada por

$$\Lambda = \begin{pmatrix} -\lambda_0 & \lambda_0 \\ \lambda_1 & -\lambda_1 \end{pmatrix} \quad (5.27)$$

donde  $\lambda_0, \lambda_1 > 0$ . La matriz de transición de probabilidades del proceso  $\varepsilon$  es:

$$P(t) = e^{t\Lambda} = \frac{1}{2\lambda} \begin{pmatrix} \lambda_1 + \lambda_0 e^{-2\lambda t} & \lambda_0 (1 - e^{-2\lambda t}) \\ \lambda_1 (1 - e^{-2\lambda t}) & \lambda_0 + \lambda_1 e^{-2\lambda t} \end{pmatrix} \quad (5.28)$$

con  $2\lambda = \lambda_1 + \lambda_0$ . Si denotamos por  $\{\tau_n\}_{n \geq 1}$  los tiempos en los que ocurren los cambios en la cadena  $\varepsilon$ , es conocido que los tiempos entre cambios  $\{\tau_n - \tau_{n-1}\}_{n \geq 1}$  son variables aleatorias independientes distribuidas exponencialmente, es decir:

$$P\{\tau_n - \tau_{n-1} > t \mid \varepsilon(\tau_{n-1}) = i\} = e^{-\lambda_i t} \quad (5.29)$$

con  $i \in \{0, 1\}$ . Ahora, si definimos el proceso de conteo,  $N = \{N_t\}_{t \geq 0}$ , el cual cuenta el número de cambios de estado de la cadena  $\varepsilon$ , definido como

$$N_t = \sum_{n \geq 1} 1_{\{\tau_n \leq t\}} \quad (5.30)$$

con  $N_0 = 0$ . El proceso  $N$  es un proceso de Poisson Markov-modulado (caso particular de los procesos de Cox), se trata de un proceso de Poisson No-Homogéneo con intensidad estocástica dada por  $\{\lambda_{\varepsilon(t)}\}_{t \geq 0}$ .

Para cada  $t$  fijo,  $\mu_{\varepsilon(t)}$  y  $h_{\varepsilon(t^-)}$  son constantes. La primera denota la tasa media de retorno y la segunda el tamaño de los saltos en la tasa corta en los tiempos

de cambio de la cadena  $\varepsilon$ .

El proceso:

$$X_t = \int_0^t \mu_{\varepsilon(s)} ds \quad (5.31)$$

es conocido en la literatura como proceso telegráfico, cuyas propiedades nos permitirán hallar soluciones analíticas no obtenidas en otros modelos de tasa corta con saltos.

Con este modelo se obtienen dos acercamientos a la curva de precios de los Bonos, una aproximación clásica por portafolios, obteniéndose un sistema de Ecuaciones de Diferenciales Parciales Acopladas Hiperbólica y otra por Martingalas en la que para aproximarnos a una solución analítica se aplica la conocida *Expectation Hypothesis*. Por último, se generaliza la dinámica del tipo corto incorporando un proceso de difusión con volatilidad también Markov-modulada. Palabras Claves: Telegraph Processes, Processes of Cox, Poisson Doubly Stochastic, Models with Jumps, Dynamics of short rate, Fixed Incoming, Pricing Bonds, Term Structure.

**APROXIMACIÓN A LA VALORACIÓN DE UN  
DERIVADO FINANCIERO DE LA TASA SWAP EN  
UN MODELO DE DOS FACTORES, EL G2++  
EDGAR AUGUSTO TRILLERAS MOTTA, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA, BOGOTA  
ALEJANDRA SANCHEZ VASQUEZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA, BOGOTA**

El mercado de derivados financieros ha sido subdividido en dos categorías, el de los derivados de renta fija y el de los de renta variable; siendo el primer grupo mucho mayor en volumen que el segundo. En este grupo se encuentran principalmente los llamados derivados sobre riesgo crediticio, sobre tasas de interés, sobre inflación y sobre divisas. Sin embargo, a pesar de su enorme importancia tanto económica como por el riesgo que generan existen serias dificultades en los modelos de valoración. A medida que el mercado es de mayor complejidad y se estructuran derivados cada vez más sofisticados -a fin de diversificar los riesgos inherentes a la actividad financiera-, la valoración de dichos instrumentos se vuelve mucho más exigente y requiere de lenguajes y técnicas matemáticas más sofisticadas.

Los modelos de valoración de derivados de renta fija conocidos generan problemas de valoración y cobertura de dichos instrumentos; por esta razón se hace necesario generar modelos alternativos que reduzcan las dificultades observadas. La mayoría de los derivados de renta fija, y de manera especial los derivados del tipo de interés requieren para su valoración de una variable fundamental: la curva cupón cero o lo que es lo mismo, la colección de todos los factores de descuento para tiempos futuros. Esta curva puede obtenerse (o ajustarse) a

través de los precios de instrumentos financieros disponibles en el mercado, uno de ellos, quizás el más utilizado es el de los bonos. Sin embargo, el mercado de bonos difiere en un aspecto fundamental de otros mercados estándar; mientras estos últimos se pueden modelar utilizando una cantidad finita de activos, el subyacente del mercado de bonos es la estructura completa de las tasas de interés, una variable infinito-dimensional que no es directamente observable.

Los modelos de precios se construyen a partir de factores estocásticos que representan la estructura de las tasas de interés en un espacio de dimensión finita. El modelamiento del movimiento de la curva cupón cero, así como su construcción a partir de instrumentos disponibles en el mercado, plantea interesantes problemas teóricos (el paso de una evolución estocástica infinito dimensional a una finito dimensional), prácticos (corrección por ajuste de los precios disponibles en el mercado) y otros de índole computacional.

Los problemas arriba expuestos constituyen uno de los nodos de investigación más importante de las Matemáticas Financieras. El problema a abordar, consiste en estudiar la valoración de un instrumento de renta fija, un derivado de la tasa *Swap* (que a su vez es un derivado de la tasa de interés), el *Constant Maturity Swap* (CMS), ambos instrumentos (derivado y subyacente) utilizados con este fin, son ampliamente utilizados en el mercado financiero y presentan dificultades muy particulares en su valoración, por su parte el modelo de dos factores, el Modelo G2++ presenta interesantes características pero por su complejidad es poco utilizado.

Por medio de técnicas de cálculo estocástico y cambio de medida, en particular, el Lema de Ito multidimensional, el Teorema de Feynman-Kac y el Teorema de Girsanov, este trabajo presenta una alternativa de valoración del instrumento ajustando su precio por medio de una técnica conocida como Ajuste por Convexidad. Se desarrollan estas técnicas del Ajuste por Convexidad para Modelos Afines de 2 parámetros (El Modelo G2++ lo es) y se obtienen valores para unos parámetros específicos. Encontrándose una diferencia muy baja del orden de  $10^{-2}$  con respecto a la aplicación directa del Modelo. Para la simulación numérica respectiva se usan técnicas de Monte Carlo. Como se verá en la formulación del Ajuste se consigue una muy buena aproximación de una Ecuación Diferencial Parcial Parabólica de dos parámetros por un sistema de dos Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, cuya solución resulta mucho más simple.

## PROBLEMAS DE ADVECCIÓN-DISPERSIÓN CON DERIVADAS FRACCIONARIAS

*CARLOS ENRIQUE MEJÍA SALAZAR, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN*

*ALEJANDRO PIEDRAHITA HINCAPIE, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA, SEDE MEDELLÍN*

*MANUEL ECHEVERRY FRANCO, UNIVERSIDAD NACIONAL*

*DE COLOMBIA, SEDE MEDELLIN*

En los últimos años se ha aumentado el modelamiento con ecuaciones en las que hay derivadas fraccionarias en áreas tan diversas como las finanzas, la geología, la mecánica de fluidos y muchas otras. Para las ecuaciones de advección dispersión la principal aplicación es en el modelamiento de fluidos en medios porosos y sobre todo, el seguimiento de contaminantes en acuíferos y en yacimientos de petróleo. Nuestra investigación está enfocada a resolver con diferencias finitas problemas directos e inversos relacionados con estas ecuaciones. Cuando los problemas requieren regularización, por ejemplo, problemas de identificación de parámetros, utilizamos el método de molificación discreta. En esta ponencia presentamos resultados teóricos y numéricos propios y de otros investigadores. Se trata de resultados potencialmente útiles en el cuidado del medio ambiente.

**A MONTE CARLO APPROACH TO COMPUTING  
STIFFNESS MATRICES ARISING IN POLYNOMIAL  
CHAOS APPROXIMATIONS**

*O. ANDRÉS CUERVO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

*JUAN GALVIS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

We use a Monte Carlo method to assemble finite element matrices for polynomial Chaos approximations of elliptic equations with random coefficients. In this approach, all required expectations are approximated by a Monte Carlo method. The resulting methodology requires dealing with sparse block-diagonal matrices instead of block-full matrices. This leads to the solution of a coupled system of elliptic equations where the coupling is given by a Kronecker product matrix involving polynomial evaluation matrices. This generalizes the Classical Monte Carlo approximation and Collocation method for approximating functionals of solutions of these equations.

**AN APPROACH OF THE DISTANCE GEOMETRY  
PROBLEM AS AN INVERSE PROBLEM USING  
REGULARIZATION TECHNIQUES.**

*DORIS HINESTROZA G, UNIVERSIDAD DEL VALLE  
ADRIANO DE CEZARO, UNIVERSIDAD FEDERAL DE RIO  
GRANDE, RIO GRANDE, BRASIL*

*ANDRÉS FELIPE LERMA PINEDA, UNIVERSIDAD DEL  
VALLE*

**BLOW-UP RESULTS AND SOLITON SOLUTIONS  
FOR A GENERALIZED VARIABLE COEFFICIENT  
NONLINEAR SCHR**

*ERWIN SUAZO, UNIVERSITY OF TEXAS, RGV  
JOSE ESCORCIA, UNIVERSITY OF PUERTO RICO,  
ARECIBO*

In this presentation, by means of similarity transformations we study exact analytical solutions for a generalized nonlinear Schrödinger equation with variable coefficients. This equation appears in literature describing the evolution of coherent light in a nonlinear Kerr medium, Bose-Einstein condensates phenomena and high intensity pulse propagation in optical fibers. By restricting the coefficients to satisfy Ermakov- Riccati systems with multiparameter solutions, we present conditions for existence of explicit solutions with singularities and a family of oscillating periodic soliton-type solutions. Also, we show the existence of bright-, dark- and Peregrine-type soliton solutions, and by means of a computer algebra system we exemplify the nontrivial dynamics of the solitary wave center of these solutions produced by our multiparameter approach.

**REPARTICIÓN DE SECRETOS LINEAL Y EL  
MÉTODO DE LA INFORMACIÓN COMÚN**  
*CAROLINA MEJÍA MORENO, UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS*

Estamos interesados en la Teoría de los Polimatroides Lineales y las Funciones Rango Lineales. En esta ocasión hablaremos acerca del problema de determinar si el Método de la Información Común puede generar todas las desigualdades lineales que son satisfechas por todos los polimatroides lineales. Es importante aclarar que este es el único método conocido hasta ahora para determinar las regiones formadas por todos los polimatroides lineales. Para resolver el problema de la completez del método, nosotros estudiamos las conexiones que existen entre las Desigualdades Rango Lineales y el protocolo criptográfico de Repartición de Secretos Lineal. Adicionalmente, presentamos una nueva noción, la noción de protocolo de Repartición de Secretos Abeliano. Con ello probamos que si Repartición de Secretos Abeliano supera a Repartición de Secretos Lineal, entonces el Método de la Información Común es incompleto, es decir, no genera todas las desigualdades rango lineales.

**UN MÉTODO ITERATIVO PARA LA EXISTENCIA Y  
UNICIDAD DE LA SOLUCIÓN DÉBIL DE UN**

### MODELO NO LINEAL DE PROPAGACIÓN DE ESPECIES.

*RICARDO CANO MACIAS, UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
JORGE MAURICIO RUIZ VERA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

Este artículo se estudia la existencia y unicidad de la solución débil del problema de valor inicial y de frontera

$$\{u_t - \nabla \cdot (\mathcal{H}(u)\nabla u) = u(1-u) \text{ en } \Omega_T, u = 0 \text{ en } \partial\Omega, u = u_0 \text{ en } \Omega \times \{t = 0\}, \quad (5.32)$$

donde  $\Omega$  es un subconjunto abierto y acotado de  $R^n$ ,  $\Omega_T = \Omega \times (0, T]$  para algún tiempo fijo  $T > 0$ ,  $\mathcal{H}(u) := D_0 + (D_1 - D_0)u^\gamma$  es el coeficiente de difusión,  $\gamma > 1$ ,  $D_0$  y  $D_1$  son constantes positivas. La dependencia de la densidad en el coeficiente de difusión significa que la motilidad aleatoria de la población  $u$  cambia en respuesta a la densidad (Bertsch et al., 1984). Más aún, para el coeficiente  $\mathcal{H}(u)$  considerado en este artículo, la difusión ocurre en tres fases; una fase de establecimiento, una fase de expansión y una fase de saturación. El problema P1 describe la propagación espacio temporal de especies biológicas, en la que los individuos migrantes no se alejan grandes distancias de su población de origen. Dichos individuos establecen nuevas colonias que al poco tiempo se fusionan con su población de origen. Por ejemplo, el ciervo común y el tar del himalaya en Nueva Zelanda, algunas especies de aves, como el estornino pinto europeo y el camachuelo mexicano en Norte América y el gorgojo del arroz (ver [Shiguesada]). Para el análisis del problema P1, se genera una sucesión iterativa de modificaciones lineales al problema. Luego, mediante el uso de inducción matemática y la teoría estandar de ecuaciones diferenciales parciales lineales, se demuestra la existencia y unicidad de la solución débil de cada uno de los problemas de la sucesión. Finalmente, se usan las propiedades de espacios de Sobolev que involucran el tiempo para probar que la sucesión de soluciones débiles obtenida, es una sucesión de Cauchy que converge a la solución débil del problema P1.

### ANÁLISIS DE UN MODELO PARA LA TRANSMISIÓN VERTICAL DEL AEDES AEGYPTI DE UN SEROTIPO DEL VIRUS DEL DENGUE.

*LINDA POLETH MONTIEL BURITICA, UNIVERSIDAD DEL  
QUINDIO*

*ANIBAL MUÑOZ LOAIZA, UNIVERSIDAD DEL QUINDIO  
JOHN FABER ARREDONDO MONTROYA, UNIVERSIDAD DEL  
QUINDIO*

Se formula y realiza el análisis de estabilidad de un sistema dinámico con ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) no lineales que interpretan la transmisión

vertical de un serotipo del virus del dengue, la transmisión del patógeno a los mosquitos no portadores por picaduras a hospederos infectados y una función reguladora de los estados inmaduros (huevos, larvas y pupas), se determina e interpreta el umbral de crecimiento poblacional del mosquito *Aedes aegypti*, usándolo como condición de estabilidad de las soluciones estacionarias, también se establece la sensibilidad del umbral, de la solución estacionaria de coexistencia y de los valores propios con respecto a cada parámetro, se finaliza el estudio simulando mediante el software Matlab usando valores obtenidos de la revisión bibliográfica.

**SIMULACIÓN MATEMÁTICA DE FENÓMENOS  
FÍSICOS ASOCIADOS CON EL PROCESO DE  
DESCELULARIZACIÓN BIOLÓGICA UTILIZANDO  
SOLUCIÓN DE PDE SOLUCIONADAS USANDO  
ELEMENTOS FINITOS EN COMSOL**

*LUIS FERNANDO MARTINEZ PANTOJA, UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE PEREIRA*

*VALERIA ZULETA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE  
PEREIRA*

*OSCAR ALBERTO HENAO GALLO, UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA DE PEREIRA*

La descelularización es uno de los procesos eficientes de la ingeniería de tejidos para la obtención de un andamio natural conocido como matriz extracelular (por sus siglas en inglés ECM); obtener una ECM intacta es de vital importancia para resolver uno de los desafíos más grandes de la Bioingeniería que es la construcción de nuevos órganos y tejidos.

La descelularización permite obtener un andamio natural preservando su estructura, a partir de la eliminación de las células, en este trabajo se simuló el proceso bioquímico que consiste en hacer pasar por un modelo “toy” del órgano agua desionizada y después un detergente capaz de barrer el material celular.

Para llevar a cabo el proceso de descelularización, se estudia la interacción del flujo de fluido dentro y alrededor de un andamio es la clave para la modelización adecuada del fenómeno. Debido a la complicada microestructura de un andamio, es difícil, adquirir dicho conocimiento experimentalmente, sin embargo, los métodos numéricos que emplean la dinámica de fluidos computacional (CFD) son usuales para solucionar el problema.

El principal objetivo de este trabajo fue hacer el análisis del intestino como matriz porosa sometida a un flujo, primero con un fluido de agua desionizada y

después con el detergente dodecilsulfato sódico (SDS), este último para determinar una condición de supervivencia y de barrido que hace el detergente sobre el órgano. En este trabajo se diseñó y se simuló un modelo ideal de intestino con geometría cilíndrica isotrópica y homogénea debido a la complejidad del órgano en cuestión y con propiedades de intestino (porosidad, permeabilidad, conductividad, densidad, módulo de Young). El problema es un acople de física de fluidos, estados de perfusión y modelamiento de medios porosos, además de integrar un acoplamiento de disoluciones químicas e interacciones órgano-fluidicas.

El software usado para realizar esta simulación fue COMSOL Multiphysics el cual modela problemas de diversas físicas aplicadas utilizando ecuaciones diferenciales parciales (PDE), y utiliza como método de solución un algoritmo de elementos finitos, discretizando el dominio (geometría) en subdominios, en cada uno de ellos se resuelven las ecuaciones algebraicas obtenidas mediante la aproximación integral débil de Galerkin para los subcomponentes discretos.

El modelo matemático propuesto describe el flujo de fluido a través del intestino se basa en la ley de Darcy y las ecuaciones de Navier Stokes. La interacción intestino-fluido muestra los perfiles del fluido a través de los intersticios de la geometría porosa.

El protocolo de descelularización usado requiere de flujos de perfusión, y por lo tanto se usa la aproximación de Darcy-Thomson experimental que se usa para modelar caudales con bajas velocidades. Las ecuaciones de Navier Stokes se usaron para flujo laminar debido a que el número de Reynolds es mucho menor que 2100, según las propiedades del agua y del detergente SDS.

Adicionalmente se realizó un análisis temporal del comportamiento de los fluidos (agua desionizada y SDS) a través del andamio, también se creó y comparó perfiles de penetración del fluido en la matriz porosa para diferentes velocidades y tiempos. Finalmente se obtienen perfiles de arrastre y concentración de disoluciones de la mezcla residual del modelo para verificar el porcentaje de limpieza de la matriz extracelular simulada.

**SOBRE LA DINÁMICA DE ALGUNOS MODELOS  
DEPREDADOR-PRESA TIPO LESLIE-GOWER CON  
RESPUESTA FUNCIONAL NO MONÓTONA Y  
EFECTO ALLEE DÉBIL EN LAS PRESAS**  
*FRANCISCO JAVIER REYES BAHAMÓN, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA - SEDE MANIZALES*  
*GERARD OLIVAR TOST, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA - SEDE MANIZALES*

*SIMEÓN CASANOVA TRUJILLO, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA - SEDE MANIZALES*

En esta tesis se realiza el análisis dinámico de una clase de modelos depredador-presa tipo Leslie-Gower modificado, en el cual las presas y depredadores se localizan en una zona pesquera de acceso abierto. El modelo es descrito por un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias, autónomo y no lineal, la respuesta funcional de los depredadores es Holling tipo IV o no-monótona, el crecimiento de las presas es afectada por el efecto Allee. Un aspecto importante de nuestro análisis es el estudio del punto  $(0,0)$ , pues este tiene una fuerte incidencia en el comportamiento del sistema y es esencial para la existencia y extinción de ambas especies. Se realizan simulaciones en Matcont para ilustrar los resultados analíticos.

**MODELO DE DEPEDACIÓN DEL TIPO  
LESLIE-GOWER MODIFICADO**

*PAULO CESAR TINTINAGO RUIZ, UNIVERSIDAD DEL  
QUINDÍO*

*LINA MARIA GALLEGO, UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO  
EDUARDO GONZALEZ OLIVARES, PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO, CHILE*

En este trabajo estudiamos el comportamiento de un modelo determinístico de depredación tiempo continuo del tipo Leslie-Gower, descrito por un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias autónomo bidimensional. En este modelo consideramos dos importantes aspectos, la respuesta funcional es no monótona, Holling tipo IV generalizada (usada para modelar comportamientos antidepredatorios) y los depredadores disponen de un alimento alternativo. En Dinámica Poblacional, el término respuesta funcional se refiere al cambio en la densidad de presas atacadas por un depredador en cada unidad de tiempo. En muchos modelos de depredación utilizados en la literatura ecológica, la respuesta funcional del depredador es asumida como una función monótona respecto a la densidad de presas. Sin embargo, existe evidencia que esto no es siempre el caso, como por ejemplo cuando existe un tipo de comportamiento antidepredatorio (APB), como es el caso de la formación de grupos de defensa, que es un término referido a la disminución de la depredación debido a la habilidad de las presas para defenderse mejor cuando su cantidad aumenta. Determinamos las condiciones en los parámetros para la existencia y naturaleza de los puntos de equilibrio. Un resultado importante en este trabajo es la determinación de dos ciclos límite usando el método de las cantidades de Lyapunov. Mostramos algunas simulaciones que refuerzan los resultados obtenidos.

**ESTUDIO DE MODELOS DE VOLATILIDAD  
ESTOCÁSTICA EN EL MERCADO FX***SHERLY PAOLA ALFONSO SÁNCHEZ, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA**CARLOS VÁZQUEZ CENDÓN, UNIVERSIDAD DE LA  
CORUÑA**JOHANNA GARZÓN MERCHÁN, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

La hipótesis de volatilidad constante en el modelo clásico de Black Scholes para la evolución del precio del activo no resulta válida en mercados donde la volatilidad es altamente inestable, como por ejemplo, los mercados sobre tipos de cambio entre monedas (FX Markets). Para mejorar este aspecto han surgido dos tipos de modelos: los de volatilidad estocástica y los de volatilidad local. Adicionalmente surge un modelo más general, el modelo de volatilidad local estocástica en el cual se supone una dinámica estocástica para la volatilidad pero combinada con un modelo local. Esta nueva metodología que permite una mejor calibración del mercado, da lugar a interesantes problemas matemáticos en el análisis en derivadas parciales resultantes y en la resolución numérica de los mismos de manera eficiente. En la tesis de doctorado [footnoteTIANG.Y. The hybrid Stochastic-Local Volatility Model with application in pricing FX options. Ph.D. Thesis, Monash University, 2013](#) se plantean algunos de estos modelos utilizando ecuaciones de Fokker-Planck y se resuelven numéricamente mediante el método de diferencias finitas. En concreto, en el mercado FX se plantea la ecuación de Fokker-Planck que satisface la densidad de probabilidad asociada al modelo de volatilidad local estocástico con dinámica de Heston considerada. También, mediante la teoría de cobertura dinámica se obtiene la ecuación que verifica una opción sobre el precio de un activo cuando éste satisface el modelo de volatilidad local estocástica. Ambas ecuaciones conllevan a ciertas dificultades, en el primer caso la presencia de una delta de Dirac, la cual debe ser aproximada convenientemente como paso previo a la resolución numérica. En este trabajo de maestría se ha logrado una revisión rigurosa de algunos trabajos recientes en la literatura orientados a superar la limitación del modelo inicial de Black-Scholes, estudiando los modelos de volatilidad estocástica y volatilidad local, y profundizando en los aspectos matemáticos y numéricos del modelo de volatilidad local estocástica.

**PUNTOS CRÍTICOS Y CURVATURA EN PLACAS  
EMPOTRADAS Y APOYADAS***ANDRES MAURICIO SALAZAR ROJAS, PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI*

Cuando se aplica sobre una placa empotrada y una placa apoyada una fuerza  $f$  y  $g$  respectivamente. Las placas experimentan una deflexión que puede ser modelada por la solución de los problemas

$$(1) \begin{cases} \Delta^2 u = f & \text{en } \Omega, \\ u = |\nabla u| = 0 & \text{en } \partial\Omega, \end{cases} \quad (2) \begin{cases} \Delta^2 v = g & \text{en } \Omega, \\ v = \Delta v = 0 & \text{en } \partial\Omega, \end{cases}$$

donde (1) corresponde a la placa empotrada y (2) a la placa apoyada. Aquí  $\Delta^2 \equiv \Delta(\Delta)$  es un operador elíptico de cuarto orden conocido como el operador biarmónico,  $\Omega$  es un dominio planar que representa la placa en su configuración inicial, es decir en ausencia de fuerza, y  $\partial\Omega$  representa la frontera de  $\Omega$ . Aunque el problema de existencia, unicidad y regularidad de (1) y (2) esta resuelto en el caso en que  $f$  y  $g$  sean funciones reales analíticas y  $\partial\Omega$  sea una curva suave, aún se desconocen ciertas propiedades geométricas de sus soluciones. Por ejemplo es conocido que existen dominios  $\Omega$  en donde la solución  $u$  de (1) cambia de signo aunque  $f$  sea no nula y de signo definido; esto implica que el problema (1) no satisface el principio de máximo, una técnica comúnmente empleada para estudiar el signo y el conjunto de puntos críticos de la solución de problemas elípticos de orden dos. También se conocen ejemplos explícitos donde para ciertas fuerzas  $f$  analíticas, las curvas de nivel de  $u$  no son continuas al acercarse a la frontera. Por otro lado aunque el problema (2) para algunos dominios  $\Omega$  puede desacoplarse en un sistema de ecuaciones, cada uno con un operador elíptico de segundo orden, se desconocen aún la configuración del conjunto de puntos críticos de la solución  $v$  incluso en el caso en que  $g$  sea constante. El objetivo de la charla es probar que la curvatura de las curvas de nivel de la solución  $u$  del problema (1) se puede extender de manera continua a la frontera  $\partial\Omega$  en el caso en que  $\Omega$  sea un dominio cercano al disco. Se demostrará que cuando  $\Omega$  es un disco, el conjunto de puntos críticos de  $u$  al interior de  $\Omega$ , para el caso en que  $f$  sea una función no nula y no negativa, se compone únicamente de máximos, puntos de silla y no presenta curvas críticas. También se estudiará el conjunto de puntos críticos de la solución  $v$  de (2) cuando  $\Omega$  presente ciertos tipos de simetría y  $g$  sea constante.

## THE THEOREM OF KROHN-RHODES AND CERNYS CONJECTURE

DAVID FERNANDO CASAS TORRES, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

In our work we study a possible way to attack Cerny's Conjecture. It is significant to stress that this conjecture is considered as the most important problem in the combinatorial theory of finite state automata. We study an algebraic approach to synchronization, which is based on the representation of automata as transformation semigroups, and on the Krohn-Rhodes theorem. Our goal is to study possible connections between a variant of the Krohn-Rhodes decomposition theorem and fast synchronization, to this end we study two topics: The

synchronization behavior of automata that are built using the cascade product and the decomposition of automata with extremal synchronizing behavior.

**EL ROL DEL EFECTO CUANTO-COHERENTE EN LA  
SEÑALIZACIÓN DNA-PROTEÍNA**  
*AYMARA MARTÍNEZ ARAGÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA SEDE MANIZALES*

En experimentos de viabilidad celular en eucariotas y procariotas, fue observada la interferencia negativa en el reparo de sus DNAs después de sometidos a radiación ionizante y campos eléctricos estáticos de intensidad moderada. El efecto cuanto coherente, conocido como "free water dipole laser", sumado al fenómeno proteína vestida se usaron para modelar la polarización de proteínas por campos eléctricos moderados, esta polarización produce interferencia en la señalización del proceso de reparo.

**SOLUCIÓN NUMÉRICA DE UN MODELO  
BLACK-SCHOLES NO LOCAL Y NO LINEAL POR  
MOLLIFICACIÓN DISCRETA**  
*HAROLD DEIVI CONTRERAS CONTRERAS, UNIVERSIDAD  
DE SUCRE*  
*CARLOS DANIEL ACOSTA MEDINA, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

Nos proponemos presentar el método de mollificación discreta aplicada a la solución numérica de una ecuación parabólica que se asocia a un modelo de Black-Scholes no local y no lineal, la cual tiene importantes aplicaciones en finanzas. Esta ponencia se divide en dos partes: En la primera de ellas se presenta el método de mollificación, sus diferentes usos y principales propiedades. En la segunda parte se presenta el desarrollo numérico de un modelo Black-Scholes no local y no lineal utilizando los métodos de diferencias finitas, integración numérica y mollificación discreta. De dicho modelo, se analizan las condiciones de estabilidad y convergencia para la discretización propuesta.

**ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF A SOLUTION OF  
RELAXATION SYSTEM FOR FLOW IN POROUS  
MEDIA**  
*ABEL ALVAREZ BUSTOS, PONTIFICIA JAVERIANA CALI*

*EDUARDO ABREU, UNIVERSIDAD ESTATAL DE CAMPINAS  
WANDERSON LAMBERT, UNIVERSIDAD FEDERAL DEL  
ALFENAS*

We introduce a novel modeling of phase transitions in thermal flow in porous media by using hyperbolic system of balance laws, instead of system of conservation laws. We are interested in two different behavior of the balance system: the long time behavior, in which we study the solution with fixed relaxation term and very large time; and the behavior of the solution when the relaxation term is taken to zero and the time is fixed. We also are interested in solving the question: “Does this balance system tend to the conservation system under equilibrium hypothesis?”. To answer this question, we introduce a projection technique for the wave groups appearing in the system of equations and we study the behavior of each group. For a particular Riemann datum, using the projection method, we show the existence of a decaying traveling profile supported by source terms and we analyze the behavior of this solution. We corroborate our analysis with numerical experiments.

#### 5.4.7 GEOMETRÍA

#### **GRUPOS DE VEECH EN SUPERFICIES DE GÉNERO INFINITO**

*DR. CAMILO RAMÍREZ MALUENDAS, FUNDACIÓN  
UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
FERRAN VALDEZ, UNAM CAMPUS MORELIA*

En la década de los ochenta el matemático Veech asoció a cada superficie plana un grupo de simetrías, llamado posteriormente, el grupo de Veech, si dicho grupo es una retícula, entonces el flujo geodésico en dicha superficie satisface una dicotomía. En este curso discutiremos el teorema de clasificación de las superficies compactas y el grupo de Veech de las superficies de translación mansas.

#### **MAPAS REGULARES EN EL MONSTRUO DEL LAGO NESS**

*DR. CAMILO RAMÍREZ MALUENDAS, FUNDACION  
UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
DR. ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACION  
UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ  
FERRAN VALDEZ, UNAM CAMPUS MORELIA*

En esta charla probaremos que los mapas regulares infinitos en superficies orientables y con genero, solo pueden realizarse en el monstruo del lago Ness.

## COHOMOLOGÍA DE DE RHAM Y ALGEBROIDES DE COURANT

CAMILO RENGIFO GUTIÉRREZ, UNIVERSIDAD DE LA SABANA

Dada una variedad diferencial  $X$ , denotamos por  $\mathcal{C}_X$  la gavilla de funciones suaves sobre  $X$ , por  $\mathcal{T}_X$  la gavilla de secciones del fibrado tangente sobre  $X$  y por  $\Omega_X^1$  la gavilla de 1-formas diferenciales sobre  $X$ . En [5] se muestra que ciertas estructuras geométricas sobre  $X$ , estructura simpléctica o estructura de Poisson, se pueden expresar en términos de estructuras de Dirac dentro del algebroide de Courant estándar,  $(\Omega_X^1 \oplus \mathcal{C}_X, \langle, \rangle, [, ])$ . Por otro lado en [7] se introducen los algebroides de Courant como la noción análoga de las biálgebras de Lie en la categoría de algebroides de Lie. En [9] se muestra una correspondencia uno a uno entre estructuras algebroide de Courant sobre  $X$  y 2-variedades simplécticas graduadas dotadas de una función de grado tres que satisface la ecuación maestro clásica. El algebroide de Courant exacto de dimensión  $n - 1$ ,  $(\Omega_X^{n-1} \oplus \mathcal{C}_X, \langle, \rangle, [, ])$  se utiliza en [1],[6],[2] y [?] como la gavilla ambiente donde subyacen los diferentes ejemplos que se analizan respectivamente. En [8], a través del formalismo de la geometría graduada, se muestra una equivalencia de categorías entre los algebroides de Courant exactos de dimensión mayor y extensiones de  $\mathcal{C}_X^\#$  por  $\mathcal{T}_X^\#$  en la categoría de dg-variedades;  $X^\# := (X, \Omega_X)$ . El objetivo de esta charla será dar la definición de la categoría de algebroides de Courant de dimensión mayor y mostrar cómo a partir de tal estructura en el caso exacto se puede producir una clase de cohomología de dimensión mayor sobre  $X$  utilizando la noción de conexión y curvatura. Es preciso notar que este resultado están inspirado en [?], [?], [?]. Clases de isomorfismo de algebroide de Courant exactos de dimensión  $n - 1$  sobre  $X$  están en correspondencia uno a uno con el grupo abeliano  $H^{n+1}(X; R)$ .

### Bibliografía

- [1] Baez, J. Hoffnung, A. Rogers, C. *Categorified symplectic geometry and the classical string*. Comm. Math. Phys. 293 (2010). pp 701-715 Comm. Math. Phys. 293 (2010). 70117715.
- Bonelli, G. Zabzine, M. *From current algebras for p-branes to topological M theory*, JHEP 0509 (2005) 015 [arXiv:hep-th/0507051].
- Bressler, P. *The First Pontryagin Class*. Compositio Math. 143. 2007 pp. 1127-1163.
- Bressler, P. Chervov, A. *Courant Algebroids*. Unpublished article, <http://arxiv.org/pdf/hep-th/0212195.pdf>. 2002
- Courant, Theodore. *Dirac manifolds*, Trans. Amer. Math. Soc., 319:631-661, (1990).

Jurčo, B. Schupp, P. Vysoky, J. *p-brane actions and higher Roytenberg brackets*. J. High Energy Phys. (2013), no. 2, 042.

Liu, Z.-J., Weinstein, A., and Xu, P. *Manin triples for Lie bialgebroids*, J. Diff. Geom. 45 (1997), 547-574.

Rengifo, C. *On higher dimensional exact Courant algebroids*. Ph.D. thesis, Universidad de los Andes, Bogotá 2016.

Roytenberg, Dmitry *On the structure of graded symplectic supermanifolds and Courant algebroids* en Quantization Poisson bracket and Beyond, Th Voronov (ed.), Contemp. Math, Vol. 315, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2002.

Ševera, P. *Some title containing the words "homotopy" and "symplectic", e.g. this one*. arXiv:math/0105080. Jun. 2001

Ševera, P. *Poisson-Lie T-duality and Courant algebroids*. arXiv:1502.04517. Feb. 2015.

Uribe, B. *Group actions on dg-manifolds and Exact Courant Algebroids*, Communications in Mathematical Physics: Volume 318, Issue 1 (2013), Page 35-67.

Zambon, M.  *$L_\infty$  algebras and higher analogues of Dirac structures and Courant algebroids*. Journal of Symplectic Geometry, Vol. 10, no. 4 (2012), pp. 563-599.

**ON THE INFINITE LOCH NESS MONSTER**  
*JOHN ALEXANDER ARREDONDO, FUNDACIÓN*  
*UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ*  
*CAMILO RAMÍREZ MALUENDAD, FUNDACIÓN*  
*UNIVERSITARIA KONRAD LORENZ*

En esta charla presentamos la superficie no compacta de genero infinito y con un único fin, llamada el Monstruo del Lago Ness. Hablaremos de como ha sido históricamente entendida y del procedimiento para construirla.

**ALGUNOS RESULTADOS SOBRE LOS ESQUEMAS DE HILBERT Y LOS ESQUEMAS QUOT.**  
*SERGIO TRONCOSO IGUA, PONTIFICIA UNIVERSIDAD*  
*CATÓLICA DE CHILE*

Algunos resultados sobre esquemas de Hilbert y esquemas Quot

Consideramos el espacio de moduli  $X^{[n]}$  como el espacio de Hilbert de un esquema  $X$ . Este espacio parametriza los sub esquemas 0-dimensionales de largo  $n$  del esquema  $X$ . Gracias a los trabajos de Fogarty se tienen resultados sobre la Geometría de  $X^{[n]}$  cuando  $X$  es una superficie suave y proyectiva, tales como  $\dim(X^{[n]}) = 2n$ , su suavidad e irreducibilidad. Siendo más puntuales en los trabajos de G. Ellingsrud y S. Strome, se conocen resultados topológicos del esquema  $(P^2)^{[n]}$ , como los números de Betty y la característica de Euler, todo basado en el uso del teorema de Byalinicki-Birula. Generalizando un poco estos resultados a los esquemas Quot (con algunas restricciones) se presentan resultados finales sobre los esquemas Quot  $(P^2)$ , basados en los trabajos de S. Troncoso y S. Mehrotra.

**RESULTADOS DE BIFURCACIÓN PARA EL  
PROBLEMA DE YAMABE SOBRE VARIEDADES  
RIEMANNIANAS CON FRONTERA**  
*ELKIN CÁRDENAS DÍAZ, UNIVERSIDAD DEL CAUCA*

**NÚMEROS DE INTERSECCIONES DE ARCOS  
GEODÉSICOS**  
*YOE ALEXANDER HERRERA JARAMILLO, UNIVERSIDAD  
AUTONOMA DE BUCARAMANGA*

Para una superficie hiperbólica, compacta y orientada  $S$ , de curvatura constante  $-\kappa$  (para algún  $\kappa > 0$ ) y género  $g \geq 2$ , mostramos que las colas de la distribución de los números de intersección normalizados de geodésicas cerradas sobre  $S$ ,  $i(\alpha, \beta)/l(\alpha)l(\beta)$  (donde  $i(\alpha, \beta)$  es el número de intersección geométrico de las geodésicas cerradas  $\alpha$  y  $\beta$ , y  $l(\gamma)$  denota la longitud hiperbólica de la curva  $\gamma$ ) son estimadas por una función exponencial decreciente. Como consecuencia, obtenemos el promedio asintótico de los números de intersección normalizados de pares de geodésicas cerradas en  $S$  y que este promedio depende solamente de la curvatura y el género de  $S$ . Además, se muestra que el volumen de los conjuntos de vectores en el fibrado tangente unitario de  $S$  cuyas geodésicas asociadas tienen un  $T$ -número de intersección no cercano a  $\kappa T^2/(2\pi^2(g-1))$  también está acotado por una función exponencial decreciente. El resultado previo tiene como consecuencia un resultado de S. Lalley, el cual afirma que “casi seguramente” (es decir, con probabilidad 1) el número de auto-intersecciones de una geodésica cerrada  $\alpha$  sobre  $S$  de longitud a lo más  $T$  es alrededor de  $\kappa T^2/(2\pi^2(g-1))$ , cuando  $T$  es grande.

**FUNDAMENTAL THEOREM OF TROPICAL  
GEOMETRY**

*JASON HERNÁNDEZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

In tropical geometry we take the extended real numbers with the addition defined as the minimum and the multiplication as the usual addition. This structure is known as the tropical semiring or min(max)-plus algebra. For this structure we can define the notion of monomials and polynomials and varieties, like the classical algebraic geometry. The objective of this talks is give an introduction to this notion of tropical geometry and show the fundamental theorem of tropical geometry.

//-----GEOMETRÍA-CONTRIBUIDA20MIN-  
589-----

**AN APPROACH OF SYMPLECTIC GEOMETRY  
OVER LIE ALGEBRAS THROUGH QUADRATIC  
POISSON ALGEBRAS**

*ANDRÉS RIAÑO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

The quadratic structure plays an important role to the development of this talk. First we are going to have as initial point Poisson and Lie algebras, by this way we are going to remember the relation between non-degenerated invariant bilinear forms and adding the symmetric condition we are able to obtain a quadratic form; more than this, we can see that the form generates a metric space (Bordermann, 1997), so the structure associated to this is a quadratic Poisson algebra. By other hand, the notion of derivation is very important to the development, which in a particular case could be related with partial derivatives over the space of smooth functions, and its very useful in applications in physics. Strongly influenced by the quadratic structures, the properties of the Lie algebras and skew-symmetric derivations, we have as a result a symplectic form, which naturally endow with symplectic structure over the space worked (Benayadi, 2014), and it coincides with the symplectic geometry (Cannas da Silva, 2006). By means for a construction we can extend the Poisson algebra to a Lie algebra and naturally like we say before, also obtain a symplectic Lie structure.

**GEOMETRY OF COMPATIBLE RIEMANNIAN AND  
POISSON STRUCTURES**

ANDRÉS VARGAS DOMÍNGUEZ, PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD JAVERIANA, BOGOTÁ, COLOMBIA

Several notions of compatibility between metric and Poisson structures on manifolds have been proposed in the literature, but to our knowledge almost all correspond to somewhat weak compatibilities when a non-degenerate Poisson structure is considered. The basic motivation to introduce a compatibility condition between a Poisson and a metric structure on a smooth manifold  $M$  comes from the geometric compatibility between a (pseudo) Riemannian metric  $g$  and a symplectic form  $\omega$  on Kähler manifolds. In this last case, it is well-known that the compatibility is equivalent to the condition that  $\omega$  should be parallel with respect to the Levi-Civita connection  $\nabla^{\text{LC}}$  associated to  $g$ , i.e., the covariant tensor field  $\nabla^{\text{LC}}\omega$  vanishes. This condition can be extended to a compatibility with a Poisson bivector field  $\pi$  in different ways by mimicking the same idea, namely, to find a suitable connection  $\nabla$  for which the condition  $\nabla\pi = 0$  generalizes the compatibility in the symplectic case. Taking  $\nabla$  as the same Levi-Civita covariant connection determined by  $g$  used before, the condition  $\nabla^{\text{LC}}\pi = 0$  implies that the symplectic foliation of  $(M, \pi)$  is regular, but then most of the interesting examples, like linear Poisson structures, are excluded. Indeed, with this kind of condition a regular foliation arises for any covariant torsion-free connection. This forces us to avoid those connections in order to enlarge the family of examples. A good alternative is to consider suitable contravariant connections compatible with the metric structure in an appropriate sense. The Koszul bracket and the dual metric acting on one-forms determine a unique metric and torsion-free contravariant connection, which due to its definition and properties will be called the Levi-Civita contravariant connection. It is defined through a Koszul-type formula. Once we introduce a suitable bundle map  $\tilde{J} : T^*M \rightarrow T^*M$ , that behaves like a contravariant almost complex structure or  $f$ -structure on the cotangent distribution to the leaves of the symplectic foliation, we can impose a contravariantly parallel condition on  $\tilde{J}$ , analogous to the covariantly parallel property of a standard complex structure. These are the ingredients needed to introduce the notion of *Kähler-Poisson* structure that is the central concept of the talk. One of the main consequences obtained from the contravariantly parallel assumption on  $\tilde{J}$  is that the leaves of the Poisson manifold inherit a Kähler structure and, in the regular case, the existence of a Kähler foliation turns out to be equivalent to the geometric compatibility between the underlying metric and Poisson structures. Results on the geometry of the symplectic foliation will also be mentioned. This talk is based on joint work with Nicolás Martínez Alba, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

**FLUJO DE RICCI SOBRE EL CILINDRO CON  
FRONTERA**

CESAR AUGUSTO REYES CASTELLANOS, UNIVERSIDAD

*DE LOS ANDES*

Se presentaran los resultados conocidos sobre el flujo de Ricci en el cilindro con frontera con una métrica inicial de curvatura escalar positiva, y se contrastaran con resultados nuevos en el caso en que la métrica inicial tenga curvatura escalar negativa.

**SHARP ISOPERIMETRIC INEQUALITIES FOR  
SMALL VOLUMES IN COMPLETE NONCOMPACT  
RIEMANNIAN MANIFOLDS OF BOUNDED  
GEOMETRY INVOLVING THE SCALAR CURVATURE**

*LUIS EDUARDO OSORIO ACEVEDO, UFRJ*

*STEFANO NARDULLI, UFRJ*

We provide an isoperimetric comparison theorem for small volumes in a  $n$ -dimensional Riemannian manifold  $(M^n, g)$  with  $C^3$  bounded geometry in a suitable sense involving the scalar curvature function. Under  $C^3$  bounds of the geometry, if the supremum of scalar curvature function  $S_g$

**5.4.8 TOPOLOGÍA**

**UNA INTRODUCCIÓN A LAS ESTRUCTURAS  
SEMITOPOLÓGICAS**

*WILSON JAVIER FORERO BAQUERO, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTA*

*JOSE REINALDO MONTAÑEZ FUENTES, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTA*

Los funtores topológicos son la generalización del funtor de olvido de la categoría de los espacios topológicos a la categoría de conjuntos, cuya característica distintiva es la de la construcción de topologías iniciales y finales que se traduce de manera general en el levantamiento de fuentes y sumideros. De esta manera la categoría de los espacios topológicos es de hecho una categoría topológica mientras que la categoría de los espacios de Hausdorff y de los grupos no lo son. En efecto, el funtor olvido de la categoría de los espacios de Hausdorff en la categoría de los conjuntos no es topológico, el funtor en cuestión no es apto para la construcción de topologías iniciales, sin embargo hay una especie de topología inicial que no se construye sobre el conjunto subyacente de partida. Este mismo fenómeno se evidencia al considerar el funtor olvido de la categoría de los grupos en la categoría de los conjuntos. Ahora bien, al tratar de capturar la manera en que se pueden construir las estructuras iniciales en los espacios

de Hausdorff y en los grupos se llega a la noción de categoría semitopológica, categorías de interés en esta presentación . Al respecto de estas categorías se muestran sus propiedades, ejemplos y algunos métodos de construcción.

### **$\mathbf{Z}_K$ STRATIFOLDS**

*ARLEY FERNANDO TORRES GALINDO, UNIVERSIDAD DE  
LOS ANDES*

*JAIRO ANDRES ANGEL, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Tomemos una clase homología ¿es posible representar dicha clase mediante una aplicación de una variedad cerrada y compacta?. La pregunta fue formulada por N. Steenrod y respondida por R. Thom en su famoso artículo *Quelques propriétés globales des variétés différentiables*. En dicho artículo R. Thom muestra, entre otros resultados, que toda clase de homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}_2$  y un múltiplo impar de una clase de homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}$  se pueden representar mediante variedades diferenciables, además encontró una clase de homología con coeficientes enteros que no se puede representar en el sentido de Steenrod. Diferentes modelos geométricos se construyeron para representar clases de homología, por ejemplo las  $\mathbb{Z}_k$  variedades introducidas por Sullivan y los stratifolds introducidos por M Kreck. Los primeros objetos son variedades con frontera junto a una identificación del espacio, la cual permite obtener una clase fundamental de homología con coeficientes en  $\mathbb{Z}_k$ . Los segundos objetos son generalizaciones de variedades que presentan estratos suaves y sobre estos objetos es posible usar las técnicas usuales de variedades diferenciables, con lo anterior M Kreck construye una teoría de homología llamada homología stratifold en la cual las clase de homología se representan mediante aplicaciones continuas de stratifolds compactos y orientados. 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  $\mathbb{Z}_k$  en la cual dichas clases de homología se pueden representar mediante aplicaciones de  $\mathbb{Z}_k$  stratifolds.

### **DUALIDAD DE URQUHART**

*MARTHA MANCERA CAMACHO, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

*LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

En esta charla se mostrará una manera de generalizar la representación topológica de Priestley, válida para para retículos distributivos acotados, al contexto de los retículos acotados no necesariamente distributivos. Las ideas fundamentales

se encuentran en un artículo de Urquhart y nosotros introducimos los morfismos adecuados para obtener una dualidad (co-equivalencia) de categorías que extiende la dualidad de Priestley.

**$\mathbf{R}^3$  – CONTINUOS EN HIPERESPACIOS**  
*LUIS ANTONIO PAREDES RIVAS, FACULTAD DE CIENCIAS,*  
*UNAM*

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  $X$ . Algunos de los hiperespacios más estudiados son:

- $2^X = \{A \subset X : A \text{ es compacto y no vacío}\}$ ,
- $C(X) = \{A \in 2^X : A \text{ es conexo}\}$ ,
- $F_n(X) = \{A \in 2^X : A \text{ tiene a lo más } n \text{ puntos}\}$  y
- $C_n(X) = \{A \in 2^X : A \text{ tiene a lo más } n \text{ componentes}\}$

para cada  $n \in \mathbb{N}$ . Una propiedad que se ha estudiado de manera importante en la topología general es la contractilidad; intuitivamente, un espacio es *contráctil* si puede deformarse continuamente a un punto. 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  $R^3$ -*continuos*. Además, veremos algunas de las relaciones que existen entre las condiciones de que un continuo  $X$  contenga  $R^3$ -continuos y sus hiperespacios tengan esta clase de subconjuntos.

**ESTRUCTURAS DE BV-ÁLGEBRA EN LA**  
**(CO)HOMOLOGÍA DE LBG**  
*DIEGO DUARTE VOGEL, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*  
*ANDRÉS ANGEL, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

En esta charla mostraremos como se puede dotar a la (co)homología del espacio de lazos libres del espacio clasificante de un grupo finito con una estructura de álgebra de Batalin-Vilkovisky. En particular, presentaremos los cálculos explícitos para los grupos cíclicos.

**ESPACIOS CERCANAMENTE ESPECTRALES***IBETH MARCELA RUBIO PERILLA, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA**LORENZO ACOSTA GEMPELER, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

En esta charla se presentará una adjunción funtorial que generaliza la dualidad de Stone entre retículos distributivos acotados y espacios espectrales. Como consecuencia de esta adjunción se muestra que diferentes nociones de espacios topológicos (espacios up-espectrales, espacios down espectrales, espacios de Balbes-Dwinger, espacios casi-espectrales) que aparecen en la literatura de manera aislada y un poco artificial, están estrechamente relacionadas y surgen de manera natural.

**ESTUDIO DE ALGUNAS NOCIONES TOPOLOGICAS  
EN M-ESPACIOS***MILLER MAURICIO CALEÑO CALEÑO, CORPORCIÓN  
UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS**FABIAN RICARDO MOLINA, UNIVERSIDAD DE IBAGUE*

Dada la definición de m-espacio, conjunto m-abierto, conjunto m-cerrado, m-interior y m-clausura se introducen nuevos conceptos tales como m-derivado, m-exterior y m-frontera para estudiar algunas de sus propiedades como idempotencia, monotonía y preservación bajo uniones e intersecciones. Se definen nociones como m-subespacios y funciones  $(m, m')$ -continuas y se muestran algunas propiedades análogas al caso topológico. También se hace un estudio sobre m-compacidad, m-conexidad y m-separación caracterizando estas nociones en m-espacios y determinando si estas resultan ser propiedades hereditarias e invariantes.

**TOPOLOGÍAS SOBRE ESPACIOS DE PALABRAS***GERARDO CORREDOR RINCON, UNIVERSIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER*

El objetivo principal es estudiar algunas topologías definidas sobre espacios de palabras. Para definir esos espacios, partimos de un conjunto  $X$  llamado alfabeto, y denotamos con  $X^*$  al conjunto de las sucesiones finitas de elementos del alfabeto, que se llaman palabras, incluyendo la palabra vacía  $\lambda$ . Los subconjuntos de  $X^*$  son llamados lenguajes. Por otra parte,  $X^\omega$  es el conjunto de las

sucesiones infinitas sobre  $X$ . Finalmente,  $X^\infty = X^* \cup X^\omega$  denota al espacio de palabras que consiste de las sucesiones finitas e infinitas en el alfabeto  $X$ . Entre las topologías más conocidas está la topología producto sobre  $X^\omega$  y la topología Alexandroff asociada a un orden muy natural sobre palabras: el orden de prefijo. Por otra parte, tenemos también las topologías  $U^\delta$  y  $\tau_R$ .

## NUDOS ALTERNOS Y POLIEDROS CONVEXOS

*JOSÉ RAÚL PANQUEVA SÁNCHEZ*

Nudos alternos y poliedros convexos. los nudos alternos se pueden asociar con una superficie cerrada y en algunos caso esta superficie es un poliedro convexo. La superficie cerrada se obtiene graficando el nudo de manera que en cada vértice el cruce sea perpendicular, se grafica un cuadrado al rededor de cada vértice de manera que los lados queden paralelos al recorrido del nudo y luego se unen los cuadros de acuerdo a como están organizados en el nudo. Se obtiene un poliedro convexo cuando en torno al vértice de cada cuadrado se unen dos, tres o cuatro cuadrados. Un problema equivalente consiste en hacer un nudo alterno con una tira de papel, unir los extremos y suavemente reducir la longitud de la tira hasta que el resultado final sea una superficie cerrada. En algunos casos esta superficie cerrada es un poliedro convexo. La cantidad de nudos alternos con los que se puede hacer un poliedro convexo es infinita, los primeros nudos son:  $3_1, 4_1, 5_2, 6_3, 7_5, 7_7, 8_1, 2, 8_1, 5, 8_1, 7, 8_1, 8$ . Algunos son muy conocidos por las culturas costeras del mundo, donde entrelazan una larga hoja de palma para formar cápsulas cuya forma es la de un poliedro con los bordes curvos y que emplean como adorno, para empacar cosas o colocan semillas en su interior para convertirlas en instrumento musical. En el curso se describirá el proceso para identificar con qué nudos se puede hacer un poliedro convexo, la forma de identificar los vértices del poliedro y el procedimiento para hacer el poliedro con una tira de papel. El proceso es esencialmente práctico, en cada caso es necesario identificar la forma del poliedro y al hacerlos con una tira de papel se obtienen figuras de gran calidad estética. Queda abierta la posibilidad de buscar el mecanismo para identificar de manera sistemática con qué nudos se puede hacer un poliedro convexo y cuál es la forma del poliedro.

## MOVIMIENTOS DE REIDEMEISTER VISTOS DESDE LA NOTACIÓN MATRICIAL PARA NUDOS $A_{(2X4C)}$

*NICOL JENNIFFER CONTRERAS VARGAS, UNIVERSIDAD  
PEDAGÓGICA NACIONAL*

*WILLIAM ALFREDO JIMÉNEZ GÓMEZ, UNIVERSIDAD  
PEDAGÓGICA NACIONAL*

*JULIÁN DAVID MARTÍNEZ TORRES, UNIVERSIDAD  
PEDAGÓGICA NACIONAL*

El concepto de nudo no es lejano a la idea que se tiene acerca de su uso en la vida cotidiana, desde las antiguas civilizaciones los nudos son empleados para dar solución a diversas situaciones del diario vivir. Este o da cuenta de los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de la clase de matemática a nivel del posgrado en la cual el tópico central fue la notación de nudos, en especial la notación matricial  $A(2x4c)$ , la cual es atribuida a la colaboración intelectual de los participantes del seminario. Otro de los aspectos que recoge el o es la implementación de esta notación a los movimientos de Reidemeister y algunas de las conjeturas a las que se llegaron luego de la exploración dada en la clase.

**FUNCIONES SOBRIAS**

*CLARA MARINA NEIRA URIBE, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

La categoría *Fib*, de la cual nos vamos a ocupar, tiene como objetos las funciones continuas definidas de un espacio topológico arbitrario  $X$ , que se conoce como espacio de fibras, en un espacio fijo  $T$ , conocido como espacio base, y como morfismos las funciones fibradas. Varias nociones de topología general, como las propiedades de separación, la compacidad, la compacidad local y la conexidad, entre otras, ya han sido generalizadas a la categoría *Fib*. En el presente trabajo se establece una generalización del concepto de sobriedad, en términos de filtros atados a un punto  $t \in T$  del espacio base. Se muestra que, tal como sucede para espacios topológicos sobrios, las funciones sobrias son  $T_0$  y que las funciones de Hausdorff son sobrias. Se discute el comportamiento del producto de funciones sobrias, se generaliza la noción de filtro abierto de Scott y el Teorema de Hofmann–Mislove para las funciones sobrias.

#### 5.4.9 HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS

**FORMAS DE MATEMATIZACIÓN DE LA FILOSOFÍA  
NATURAL: PRÁCTICAS Y OBJETOS EN EL  
CONTEXTO GALILEANO**

*HELBERT E. VELILLA JIMÉNEZ, UNIVERSIDAD DE  
ANTIOQUIA*

El tema de este trabajo es la certeza de las matemáticas en el siglo XVI. El problema es que las matemáticas, en este contexto, no ofrecen explicaciones causales y por ello no forman parte de la filosofía natural. Mi hipótesis es que

la redefinición epistemológica de las matemáticas depende de las prácticas y de factores sociocognitivos. Propongo que se redefinen las prácticas y el manejo de los objetos, como el plano inclinado, la balanza, la palanca y el péndulo. Para desarrollar esta hipótesis, en primer lugar analizaré el problema de la hegemonía de la filosofía natural sobre las matemáticas. En segundo lugar, mostraré la relación de las matemáticas con la filosofía natural a partir de los usos conceptuales y prácticos de los objetos en el contexto galileano. Finalmente, mostraré que sí hay una redefinición práctica y epistemológica de las matemáticas: se redefinen como el estudio de las matemáticas aplicado al movimiento. En este contexto, las matemáticas no ofrecen una explicación causal, pero su valor reside en que su carácter demostrativo es el más elevado. Ahí se inscribe el debate sobre la legitimidad de incorporar en la filosofía natural las matemáticas para analizar la naturaleza en términos cuantitativos, lo cual, desde luego implica una reconfiguración de la organización (jerarquización) de las ciencias, tal como sucedió en el surgimiento de la ciencia moderna. En este trabajo sostengo que la ciencia de Galileo surge en un contexto cultural e intelectual en el que la práctica de las matemáticas se encontraba en reconstrucción por parte de algunos matemáticos cuyo campo de investigación estaba en proceso de ser definido. Esto quiere decir que parto de la hipótesis según la cual, si hay una redefinición de las matemáticas, se redefinen no sólo las prácticas, sino que se redefinen epistemológicamente como el estudio de las matemáticas aplicado a la física, entendida ésta como el análisis del movimiento y sus causas. Mediante la introducción de un análisis sobre los objetos (plano inclinado, balanza) y su representación geométrica, enfocado en las prácticas, concluiré que el estudio del movimiento es lo matematizable. A finales del siglo XVI hubo consenso en cuanto a que las ciencias matemáticas debían asumir a la filosofía natural como un objeto. De este modo, uno de los principales objetivos de Galileo –y de muchos de sus contemporáneos– era mejorar el estatuto epistemológico de las matemáticas y la abolición de la autoridad y el monopolio de los filósofos y teólogos como responsables del libro de la naturaleza, pues los practicantes de las matemáticas así concebidos, no se enfrentaban a problemas físicos como el movimiento o la aplicación de métodos matemáticos para este tipo de problemas, ya que pertenecían al campo de la filosofía natural. Según esto, las matemáticas estaban subordinadas a la filosofía y a la teología, y a la filosofía natural en particular. Sin embargo, las matemáticas en la modernidad comenzaron a producir instrumentos capaces de suministrar técnica y conocimiento socialmente valioso para su uso en ingeniería, administración, control social, entre otros. Esta capacidad de producir conocimiento útil se convirtió en la base fundamental para la legitimación de las matemáticas. Asimismo, la difusión de esta capacidad fue un medio esencial por el cual las matemáticas establecieron su estatus social y epistemológico. La aplicación de la geometría a la física, específicamente en el estudio del movimiento, se constituye como un episodio fundamental para la matematización de la filosofía natural, la cual, está llamada a revalorarse en tanto los estudios sobre ella deben atender a factores sociales, culturales e históricos, con el fin de ofrecer un matiz importante para comprender los orígenes de la ciencia moderna.

**LA ESTRUCTURA: NUEVAS CONEXIONES ENTRE  
LA MATEMÁTICA CONTEMPORÁNEA Y LA  
FILOSOFÍA**

*OSCAR JAVIER PÉREZ LORA, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

En la historia del pensamiento occidental se ha dado una fructífera relación entre las matemáticas y la filosofía. Muchos progresos en la técnica han surgido de inquietudes filosóficas. Así mismo, la matemática le ha ofrecido a la filosofía cuestiones de relevancia filosófica. No obstante, en el último siglo estas dos formas del pensamiento se han distanciado. En parte, debido a la alta especialización de los saberes y la dificultad de la filosofía de seguir el ritmo explosivo de la matemática contemporánea. En buena medida a los propios matemáticos les cuesta seguir todas las ramas de su propia ciencia. La presente ponencia se suma a un esfuerzo por acercar matemática contemporánea y filosofía. De una u otra forma, la matemática trata en el fondo problemas con implicaciones filosóficas, así como la filosofía se cuestiona acerca de problemas que son a su vez tratados en la matemática. Un buen ejemplo de lo anterior es el problema de la estructura, entendido en términos generales como el abandono de una sustancialidad o cosa en sí para llegar al estudio de la relación entre las partes. Boris Zilber, matemático ruso y actual profesor de la Universidad de Oxford, ofrece un importante avance en el problema general de la estructura. Su trabajo de la tricotomía, enmarcada en un nuevo paradigma de teoría de modelo como “geometría algebraica – cuerpos”, establece el conjunto de estructuras “naturales” de la matemática. Se intentará mostrar que adicional a la importancia que tiene la tricotomía en la matemática y de su conexión con la física cuántica de campos, explora temas relevantes para la filosofía. Por este motivo, la exposición plantea sugerir algunos caminos de encuentro entre la matemática, la física y la filosofía a partir del trabajo de Zilber

**INTRODUCCIÓN DEL METODO CONJUNTISTA  
CANTORIANO EN COLOMBIA**

*MONICA APONTE, UNIVERSIDAD DEL VALLE*

En este escrito hace parte de los adelantos del proyecto de tesis doctoral titulado “La introducción en Colombia del Método conjuntista cantoriano a través de la topología conjuntista”, en el cual se espera dar cuenta dentro de un estudio histórico del surgimiento de la topología de Conjuntos en Colombia; caracterizando los principales resultados históricos que indujeron a la formalización de esta disciplina dentro de la matemática. Para justificar la problemática de investigación se trabaja bajo tres dimensiones a saber: la dimensión matemática,

la histórica epistemológica en particular el caso colombiano con el profesor Francisco Vera y la dimensión escolar por medio del análisis de la obra de Vera. En el trabajo se propone responder a la pregunta ¿cómo ha sido la introducción de los métodos conjuntistas cantorianos?, En este sentido se trata de un estudio donde nos proponemos describir, explicar e identificar factores condicionantes en el proceso de institucionalización de la Topología conjuntista en Colombia, en la presentación de este trabajo se abordan algunos aspectos del desarrollo histórico de los métodos conjuntistas desde la década de 1870, haciendo énfasis en el caso colombiano que inicia en la década de 1940 con el matemático Español Francisco Vera.

#### 5.4.10 TEORÍA DE NÚMEROS Y COMBINATORIA

##### PROPIEDADES ARITMÉTICAS DE EXTENSIONES MULTICÍCLICAS

*JONNY FERNANDO BARRETO CASTAÑEDA, CINVESTAV  
FAUSTO JARQUÍN ZÁRATE, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
LA CIUDAD DE MÉXICO  
MARTHA RZEDOWSKI CALDERÓN, CINVESTAV*

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.

*Palabras Claves:* Anillo de Galois,  $p$ -extensiones, vectores de Witt y cuerpos de funciones.

##### UNA GENERALIZACIÓN DE LAS PERMUTACIONES ALTERNADAS

*JOSÉ L. RAMÍREZ, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

En esta charla presentaremos una generalización de las clásicas permutaciones alternadas, también conocidas como permutaciones *zig-zag*, a partir de un parámetro  $r$ , el cual hace referencia a que los primeros  $r$  elementos de la permutación deben aparecer en orden decreciente. A partir de estas nuevas permutaciones se obtiene una nueva versión del clásico teorema de André, que afirma que la función generatriz de las permutaciones alternadas es  $\tan x + \sec x$ . También

mostraremos algunas identidades utilizando argumentos puramente combinatorios. Este trabajo es en conjunto con István Mező de Nanjing University of Information Science and Technology.

### Bibliografía

- D. André. Sur les permutations alternées. *J. Math. Pures Appl.* 7 (1881), 167-184.
- M. Bóna. *Combinatorics of Permutations*. Chapman & Hall/CRC, 2004.
- A. Z. Broder. The  $r$ -Stirling numbers. *Discrete Math.* 49 (1984) 241–259.
- A. G. Kuznetsov, I. M. Pak, A. E. Postnikov. Increasing trees and alternating permutations. *Uspekhi Mat. Nauk*, 49 (1994), 79–110.
- I. Mező, J. L. Ramírez. Divisibility Properties of the  $r$ -Bell numbers and Polynomials. *Journal of Number Theory*, 177, 136–172, 2017.
- R. Stanley. A survey of alternating permutations. *Contemporary Mathematics* 531 (2010), 165–196.

## EL TEOREMA DE LOS 15

*JUANITA DUQUE ROSERO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Una forma cuadrática es un polinomio  $f(x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{Z}[x]$ , homogéneo y de grado 2. Diremos que  $f$  representa a un entero  $m$  si existe  $\vec{v} \in \mathbb{Z}^n$  tal que  $f(\vec{v}) = m$ . Además, es universal si representa a todos los enteros positivos. Por ejemplo, el Teorema de los Cuatro Cuadrados de Lagrange asegura que el polinomio  $x^2 + y^2 + z^2 + w^2$  es una forma cuadrática universal. El Teorema de los 15 afirma que una forma cuadrática entera, definida positiva y con matriz de Gram entera, es universal sí y solo si representa a los primeros 15 enteros positivos. En el ejemplo de la forma cuadrática  $x^2 + y^2 + z^2 + w^2$ , demostrar el Teorema de los Cuatro Cuadrados de Lagrange se reduce a ver que la forma representa a los enteros del uno hasta el quince. Explicaré una prueba del Teorema de los 15 basada en la relación entre retículos con producto interno entero y formas cuadráticas enteras. Esta demostración fue publicada por Manjul Bhargava en el año 2000.

## FUNCIONES ZETA LOCAL Y SUMAS EXPONENCIALES

*ADRIANA ALEXANDRA ALBARRACIN  
MANTILLA, UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER*

Resumen En esta charla presentaré los resultados obtenidos en el estudio de las Funciones Zeta Local Torcidas, asociadas a polinomios en dos variables con

coeficientes en un cuerpo local no Arquimediano de característica arbitraria. Suponiendo que el polinomio es aritméticamente no degenerado, obtuvimos una lista explícita de candidatos a polos en términos de los datos geométricos derivados de una familia de polígonos aritméticos de Newton asociados al polinomio. Además obtuvimos expansiones asintóticas para ciertas sumas exponenciales asociados a dichos polinomios.

**ALGUNAS PROPIEDADES DE LOS NÚMEROS  
FACTORIAL Y DOBLE FACTORIAL MEDIANTE  
GRAMÁTICAS INDEPENDIENTES DEL CONTEXTO**

*JUAN GABRIEL TRIANA LAVERDE, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

*RODRIGO DE CASTRO KORGI, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

Recientes investigaciones han logrado establecer una conexión entre gramáticas independientes del contexto y algunas familias de números, tal es el caso de los números factoriales y doble factoriales. En esta charla se presentan algunas gramáticas independientes del contexto que permiten generar dichos números, mediante ellas se demostrarán algunas propiedades de estos números y se comparará la prueba con la correspondiente mediante argumentos combinatorios. Por último, se presentan algunos resultados adicionales.

**UNA GENERALIZACIÓN DE LOS NÚMEROS DE  
EULER MEDIANTE GRAMÁTICAS  
INDEPENDIENTES DEL CONTEXTO**

*JUAN GABRIEL TRIANA LAVERDE, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

*RODRIGO DE CASTRO KORGI, UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE COLOMBIA*

Los números de Euler de primera y segunda clase son familias de números recurrentes de gran utilidad en combinatoria, estos pueden ser generados de diversas formas entre ellas mediante gramáticas independientes del contexto. Basados en lo anterior se propone una gramática general con la cual se obtiene una familia recurrente de números que generaliza a los números de Euler, los cuales denominaremos números de Euler de clase  $r$ . A partir de esta gramática se obtendrá una propiedad general para la suma de dichos números, de este modo se obtienen como casos particulares resultados para la suma de números de Euler de primera y segunda clase.

**UNA GENERALIZACIÓN AL DISCRIMINANTE  
PARA CLASIFICAR EXTENSIONES CÚBICAS.**  
*SANTIAGO CORTÉS GÓMEZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Los anillos de enteros en extensiones cuadráticas están completamente determinados por el discriminante de estas últimas. Desafortunadamente el problema de clasificación para extensiones cúbicas es mucho más complejo y, en particular, se pueden exhibir extensiones cúbicas con cuerpos de números no isomorfos con el mismo discriminante. No obstante con el uso de la forma traza y los elementos cuya traza es igual a 0 se puede generar un criterio de clasificación.

**NÚMEROS DE FERMAT EN LA SUCESIÓN  
K-FIBONACCI**

*JHON JAIRO BRAVO, UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
JOSE LUIS HERRERA, UNIVERISDAD DEL CAUCA*

Para un entero  $k \geq 2$  la sucesión  $k$ -Fibonacci  $(F_n^{(k)})_n$  es una sucesión lineal recurrente de orden  $k$  cuyos primeros  $k$  términos son  $0, \dots, 0, 1$  ( $k$  términos) y de ahí en adelante cada término es la suma de los  $k$  términos precedentes. Claramente la sucesión usual de Fibonacci resulta cuando  $k = 2$ . En esta charla se presentan diferentes propiedades aritméticas de la sucesión  $(F_n^{(k)})_n$  y su relación con los números de la forma  $2^{2^m} + 1$ , conocidos como números de Fermat. Un trabajo similar se hace con los números  $k$ -Lucas. **Key words and phrases:**

Números generalizados de Fibonacci, números de Fermat, formas lineales en logaritmos, método de reducción.

**Bibliografía**

- J. J. Bravo and J. L. Herrera, *Fermat  $k$ -Fibonacci and  $k$ -Lucas Numbers*. Preprint 2017.
- E. F. Bravo, J. J. Bravo and F. Luca, *Coincidences in generalized Lucas sequences*, Fibonacci Quart., **52** (2014), no. 4, 296–306.
- J. J. Bravo, C. A. Gómez and F. Luca, *Powers of two as sums of two  $k$ -Fibonacci numbers*, Miskolc Mathematical Notes, **17** (2016), no. 1, 85–100.
- J. J. Bravo and F. Luca, *Powers of two in generalized Fibonacci sequences*, Rev. Colombiana Mat., **46** (2012), no. 1, 67–79.

**CONSTRUCCIÓN DE CONJUNTOS BH[G] EN  
GRUPOS PRODUCTO**

*CARLOS ALBERTO TRUJILLO SOLARTE, UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA*

*DIEGO FERNANDO RUÍZ SOLARTE, UNIVERSIDAD DEL  
CAUCA*

Un subconjunto  $A$  de un grupo conmutativo  $G$  es un conjunto  $Bh[g]$  en  $G$  si todo elemento de  $G$  puede escribirse en a lo sumo  $g$  formas como suma de  $h$  elementos de  $A$ , esto es si el número de soluciones de la ecuación  $x=a_1+\dots+a_h$ , con  $a_1,\dots,a_h$  en  $A$ , es a lo sumo  $g$  (excepto por permutación de los sumandos). En esta comunicación presentamos "nuevas" construcciones de conjuntos  $Bh[g]$  en algunos grupos que son producto de dos o mas grupos conmutativos. La referencia básica es: Diego Ruíz Y Carlos Trujillo, Construction of  $Bh[g]$  sets in product of groups. Revista Colombiana de Matemáticas, Vol. 50(2016)2, 163-172.

**UN GENERADOR DE TERNAS CASI PITAGÓRICAS**  
*FREDDY WILLIAM BUSTOS RENGIFO, UNIVERSIDAD DEL  
CAUCA*

El profesor Keith Conrad de la Universidad de Connecticut mostró que toda Terna Pitagórica se puede obtener utilizando cinco matrices especiales y partiendo de  $(1, 0, 1)$ ; también mostró que toda Terna Pitagórica Primitiva  $(a, b, c)$  con  $b$  par se puede obtener partiendo de  $(3, 4, 5)$  y usando tres matrices relacionadas con las cinco anteriores. Conrad trabaja con los vectores nulos de la forma cuadrática  $Q(x, y, z) = x^2 + y^2 - z^2$ .

Una Terna Casi Pitagórica es una terna de enteros que satisface  $x^2 + y^2 = z^2 + 1$ . En esta charla seguimos los argumentos de Conrad y los adaptamos para hallar las ternas que desempeñan el papel de  $(1, 0, 1)$  y  $(3, 4, 5)$  en el caso en que  $Q(x, y, z) = 1$ ; así obtenemos un conjunto que permite generar todas las Ternas Casi Pitagóricas.

Referencia: Keith Conrad. Pythagorean Descent. Expository Papers. University of Connecticut. <http://www.math.uconn.edu/~kconrad/16-04-2017>

**UN PROBLEMA COMBINATORIO SURGIDO EN LOS  
CONJUNTOS  $B_3$**

*JOHN JAIRO LÓPEZ SANTANDER, UNIVERSIDAD DEL  
CAUCA*

*CARLOS ANDRES MARTOS OJEDA, UNIVERSIDAD DEL  
VALLE*

*CARLOS ALBERTO TRUJILLO SOLARTE, UNIVERSIDAD  
DEL CAUCA*

Un conjunto  $A$  de enteros positivos se denomina conjunto  $B_3$ , si todas las sumas de tres elementos de  $A$  son distintas salvo conmutatividad. En nuestra investigación sobre cotas superiores para el máximo número de elementos que puede tener un conjunto  $B_3$  contenido en  $[1, N] := \{1, 2, 3, \dots, N\}$  surgió el siguiente problema combinatorio: Sea  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_k\}$  un conjunto de enteros positivos con  $1 \leq a_1 < a_2 < a_3 < \dots < a_k \leq N$  y  $-a_r - a_s + a_t > 0$ . Más generalmente, estamos interesados en determinar cotas superiores para  $T(A) := \max\{T(A) : A \subseteq \mathbb{N}, |A| = k, (5.33)\}$ . En esta ponencia presentamos una cota superior para el valor  $T(k)$ . También mostramos como este valor está directamente relacionado con cotas superiores para el máximo cardinal de un conjunto  $B_3$  contenido en  $[1, N]$ . Así, nuestro resultado implica una cota cercana a las mejores conocidas, pero en caso de mejorar es posible obtener un nuevo resultado sobre conjuntos  $B_3$ . Además presentamos algunas familias de conjuntos especiales  $A$ , donde es posible determinar el valor exacto de  $T(A)$ . Así como la importancia de éstas en el estudio del valor  $T(k)$  y en consecuencia el de los conjuntos  $B_3$ .

### CLASSIFICATION OF THE CYCLIC $Q^{ELL}$ QUADRATIC MODULES

*LEFT < MATHFRAKO\_K, TR\_{K/MATHBBQ}(X^2) RIGHT >.  
WILMAR BOLAÑOS, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Classification of number fields  $K/Q$  and its respective maximal orders  $o_K$  are an important topic of investigation. If  $K$  is a number field then its underlying quadratic module is the pair  $\langle o_K, Tr_{K/Q}(x^2) \rangle$ . In general, the structure of this quadratic modules is unknown; however, when  $K$  is a cyclic number field of degree  $q$  a prime number we have the following results [P.E. Conner, R. Perlis, 1984] Let  $F$  and  $K$  be cyclic number fields of degree  $q$  a odd prime such that

$$\delta_F = \delta_E,$$

where  $\delta_K$  denotes the discriminant of  $K$ . Then for any group isomorphism  $h : Gal(F/Q) \rightarrow Gal(K/Q)$ , then there exist an isomorphism

$$\langle o_F, Tr_{F/Q}(x^2) \rangle \cong \langle o_K, Tr_{K/Q}(x^2) \rangle.$$

[G. Mantilla, 2010] Let  $K$  be a cubic number field of positive fundamental discriminant. Let  $L$  be a number field such that here exist and isomorphism of quadratic modules

$$\langle o_K^0, Tr_{K/Q}(x^2) \Big|_{o_K^0} \rangle \cong \langle o_L^0, Tr_{L/Q}(x^2) \Big|_{o_L^0} \rangle.$$

and assume  $9\delta_L$ . Then  $K \cong L$ .

Theorems 1 and 2 show us that under certain non-trivial conditions over the trace operator or the structure of the number fields  $K$  and  $L$  we can prove that they belong to the same isomorphic class. The purpose of this talk is to exhibit the generalization of the theorem 1 for cyclic number field of degree  $q^\ell$  and to discuss others generalizations of this theorems.

**PRODUCTO CUÁNTICO ENTRE FUNCIONES  
MULTISIMÉTRICAS**

*EDDY PARIGUAN, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA*

En esta charla presentaremos una descripción explícita para la regla del producto cuántico entre funciones multisimétricas utilizando las funciones elementales multisimétricas introducidas por F. Vaccarino.

**5.4.11 PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA**

**SOBRE SEMIGRUPOS DE MARKOV CUÁNTICOS EN  
TEORÍA DE LA INFORMACIÓN**

*JULIÁN AGREDO, ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA  
JULIO GARAVITO*

En esta charla hablaremos sobre una clase de semigrupos dinámicos que son de interés actual en teoría de la información cuántica. Estudiaremos algunas propiedades de dichos semigrupos desde el punto de vista de álgebras de operadores.

**FIRST EXIT TIMES OF STOCHASTIC  
REACTION-DIFFUSION EQUATIONS WITH  
MULTIPLICATIVE HEAVY-TAILED LÉVY NOISE**

*MICHAEL HOEGELE, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

In this talk we will present the problem of the first exit from a domain of attraction of a generic class of strongly dissipative reaction diffusion equations perturbed by multiplicative regularly varying Lévy noise in the regime of small noise intensity. This problem has a long history for Gaussian (Lévy) perturbations which is typically solved by Large deviation techniques and was addressed recently for in the case of additive regularly varying Lévy noise by Debussche, H. and Imkeller. The understanding of the first exit is based on a noise decomposition technique, which allows the construction of a well-understood model of the exit times. We will show the exponential convergence of the exit times towards this model and how this allows to construct the exit distributions.

**PROBLEMAS DE VALORACIÓN EN PROYECTOS DE  
EXPLOTACIÓN DE MINAS BAJO INCERTIDUMBRE**

*YESID ESTEBAN CLAVIJO, UNIVERSIDAD NACIONAL*

Un problema que afrontan las compañías mineras es la valoración de un proyecto de extracción, el cual está sujeto a diversas fuentes de incertidumbre tales como: El precio del mineral a extraer, la riqueza o calidad del mineral -Ore-Grade, la cantidad de roca existente en la mina. Usamos cálculo de Itô para obtener modelos de ecuaciones en derivadas parciales verificados por la función de valor de la mina en cada caso. Las EDP obtenidas se abordan numéricamente. Para esto empleamos en uno de los casos un clásico theta-método, y en otro un método semilagrangiano para una parte del operador diferencial que no tiene término de segundo orden asociado, estrategia que permite una resolución eficiente del problema discretizado, en cada paso de tiempo. Mostramos los resultados obtenidos gráficamente, y planteamos las cuestiones y situaciones que serían posibles extensiones al trabajo realizado.

**PROBLEMA DE PAGO ÓPTIMO DE DIVIDENDOS  
CON RESTRICCIÓN EN EL TIEMPO DE RUINA**

*MAURICIO JUNCA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

*CAMILO HERNÁNDEZ, COLUMBIA UNIVERSITY*

*HAROLD MORENO, HIGHER SCHOOL OF ECONOMICS*

En este trabajo consideramos el problema de pago óptimo de dividendos cuando el proceso de reservas sigue un proceso de Lévy espectralmente negativo, sujeto a una restricción en el tiempo de ruina. Problemas de control óptimo con este tipo de restricciones están fuera del alcance de la teoría estándar, así que encontrar su solución introducimos el problema dual y mostramos que se satisface la condición de holgura complementaria, obteniendo así que no hay brecha de dualidad. De esta manera, la función de valor del problema con la restricción se puede escribir como el ínfimo puntual sobre funciones de valor de problemas sin restricción. Consideramos también el problema con costo de transacción y el caso de procesos de reserva de tipo Lévy espectralmente positivo.

**STRUCTURED STOCHASTIC MODELING OF  
EPIDEMICS**

*LILIANA BLANCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
COLOMBIA*

*VISWANATHAN ARUNACHALAM, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

Structured population dynamics are modeled by vector-valued process describing the individual epidemic behaviors of susceptible and infectious by taking into

account the possible interactions between individuals. In this talk, we present a model which describes the dynamics of SEIS with incubation period. By using branching nature of the epidemic process, we derive expressions for the expected number of individuals in various phases of epidemic states. We also given an example to illustrate the proposed epidemic model.

### **STRUCTURED STOCHASTIC MODELING OF EPIDEMICS**

*LILIANA BLANCO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

*VISWANATHAN ARUNACHALAM, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

Structured population dynamics are modeled by vector-valued process describing the individual epidemic behaviors of susceptible and infectious by taking into account the possible interactions between individuals. In this talk, we present a model which describes the dynamics of SEIS with incubation period. By using branching nature of the epidemic process, we derive expressions for the expected number of individuals in various phases of epidemic states. We also given an example to illustrate the proposed epidemic model.

### **OPTIMAL INVESTMENT IN A MULTI-DIMENSIONAL SEMI-MARTINGALE MODEL WITH NONLINEAR WEALTH DYNAMICS**

*RAFAEL SERRANO, UNIVERSIDAD DEL ROSARIO*

*MAURICIO JUNCA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

*MARIAM PINTO, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*

We explore martingale and convex duality techniques to study optimal investment strategies that maximize expected risk-averse utility from consumption and terminal wealth in a multi-dimensional discontinuous semimartingale market model with absolutely continuous characteristics and non-linear wealth dynamics. This allows to take account of additional cash flows that depend on the investment strategy. The two main examples are margin payments caused by differential interest rates (borrowing rate higher than investment rate or short positions with cash collateral and negative rebate rates) and gains obtained from using the risky assets as inputs and a constant return to scale Cobb-Douglas production technology. Our main result is a sufficient condition for existence of optimal policies and their explicit characterization in the case of CRRA preferences. We also present closed-form solutions for piecewise concave preferences in the Black-Scholes model with differential rates.

**PROCESOS DE POISSON NO HOMOGÉNEOS EN  
PRESENCIA DE UNO O MÁS PUNTOS DE  
CAMBIO:UNA APLICACIÓN A LOS DATOS DE  
CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN BOGOTÁ**  
*BIVIANA MARCELA SUAREZ SIERRA, UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE COLOMBIA*

En este trabajo, se estudiará el comportamiento de ciertos contaminantes del aire presentes en la ciudad de Bogotá. Se enfocará principalmente en los contaminantes de Ozono ( $O_3$ ), material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10) y material particulado con diámetro menor a 10 micras (PM2.5). La pertinencia del presente trabajo, se debe a las implicaciones en la salud de la población expuesta a aire con altas concentraciones de  $O_3$ , PM10 y PM2.5. El problema principal a estudiar es estimar el número de veces en un intervalo dado de tiempo que la población de la ciudad de Bogotá es expuesta a niveles de contaminación por  $O_3$ , PM10 y PM2.5 por encima de la norma ambiental para el distrito capital. Para estudiar dicho problema se hará vía modelos de Poisson No-homogéneos con una función de tasa dada. Se considerarán modelos con y sin los llamados puntos de cambio. Los modelos propuestos son del tipo paramétrico y la estimación de los parámetros se dará bajo el punto de vista de la estadística Bayesiana. Por tanto, se utilizarán los llamados métodos MonteCarlo vía cadenas de Markov (MCMC).

**PRUEBAS DE PERMUTACIONES PARA EL  
PROBLEMA DE DOS MUESTRAS EN DATOS  
FUNCIONALES**  
*ADOLFO J QUIROZ, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*  
*ANA M. ESTRADA, GOERGIA TECH*  
*JAIRO I. PEÑA, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES*

Se estudian y comparan tres maneras de implementar pruebas de permutaciones para el problema de dos muestras en el contexto de datos funcionales. Dos de los métodos considerados se basan en nociones de profundidad para datos funcionales, el otro es la adaptación al contexto funcional del método de vecinos más cercanos de Schilling (1986) para datos en espacio euclideo. El desempeño de los métodos considerados es evaluado, tanto en datos simulados como en datos reales de contaminación en localidades de Cataluña.

**ANÁLISIS DE DATOS FUNCIONALES: ESTIMACIÓN  
DE MEDIDAS DE LOCALIZACIÓN, VARIABILIDAD  
Y PRUEBAS DE HIPÓTESIS EN DATOS DE  
PRECIPITACIÓN**

*RAFAEL MELENDEZ SURMAY, UNIVERSIDAD DE LA  
GUAJIRA*

*CARLO JIMENEZ RUIZ, UNIVERSIDAD DE LA GUAJIRA*

En este trabajo se analizan los niveles totales de precipitaciones (mm) de 35 estaciones meteorológicas de similares características ambientales usando la técnica para datos funcionales. Primero se estiman algunas medidas de localización y de variabilidad funcional para ser interpretadas. Por último se muestra algunos enfoques de pruebas de hipótesis para comparar datos funcionales. Se consideran los años 2010 y 2011, donde se asume que el fenómeno de la Niña estuvo presente con el objeto de contrastar estos dos grupos de curvas.

## 6

# Agradecimientos

### 6.1 Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

- Ignacio Mantilla Prada – Rector
- Jaime Franky Rodríguez - Vicerrector de Sede
- Jaime Aguirre Ceballos - Decano Facultad de Ciencias
- Giovanni Garavito Cárdenas - Vicedecano Académico
- Alvaro Mariño Camargo - Vicedecano de Investigación
- Luis Fernando Ospina Giraldo - Director de Bienestar
- César Gómez Sierra - Director Departamento de Matemáticas

### 6.2 Sociedad Colombiana de Matemáticas

- Carlos Montenegro - Presidente
- Bernardo Uribe - Vicepresidente
- Jaime Arango - Vocal
- Jorge Cossio - Vocal
- Alf Onshuus - Vocal
- José Manuel Gómez - Tesorero
- Andrés Villaveces - Secretario General
- Nathaly Otero - Directora Ejecutiva
- Luz Beatriz Vega - Asistente Administrativa
- Andrés Mauricio Morales - Administrador de Sistemas

### 6.3 Patrocinadores

- Sociedad Colombiana de Matemáticas
- Universidad Nacional de Colombia
- Universidad de Antioquia
- Universidad de los Andes
- Universidad Industrial de Santander
- Pontificia Universidad Javeriana
- Fundación Universitaria Konrad Lorenz
- Universidad del Norte
- Universidad del Valle
- Fundación Haiko
- Avianca

