



**XVI INTERNATIONAL FAST WORKSHOP ON APPLIED AND  
COMPUTATIONAL MATHEMATICS**

5 and 6, January, 2023

**Trujillo - Perú**



**- ABSTRACTS -**  
**- RESÚMENES -**

**National University of Trujillo**

Grupo de Modelación y Simulación Matemática  
Vicerrectorado Académico de la Universidad Nacional de Trujillo



**Comité Organizador**

*Grupo de Modelación y Simulación Matemática  
Vicerrectorado Académico, UNT*

**Comité Editorial:**

*Luis Lara Romero*

*Franco Rubio López*

*web: [http://mateapliunt.edu.pe/xiv\\_fast/](http://mateapliunt.edu.pe/xiv_fast/)*

*© Copyright*

## Comité Científico

- Germán Lozada Cruz - Instituto de Biociencias, Letras Exatas-Campus Sao Jose do Rio Preto - Brasil
- Julio López- Universidad Diego Portales - Chile
- Cira Guevara Otiniano - Universidade de Brasilia - Brasil
- Carlos Carrión Riveros - Universidad de Brasilia - Brasil
- José Dávalos Chuquipoma - Universidade Federal de Campina Grande - Brasil
- Marco Lázaro Velásquez - Universidad Federal de Campina Grande - Brasil
- Roxana López Cruz - Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Perú
- Luis Lara Romero- Universidad Nacional de Trujillo - Perú
- Edmundo Vergara Moreno - Universidad Nacional de Trujillo - Perú
- Anibal Coronel Pérez - Universidad de Bio Bio - Chile
- Rodiak Figueroa López - Universidade Federal de Sao Carlos - Brasil
- Juan Montealegre Scott- Pontificia Universidad Católica del Perú- Perú
- Luis Collantes Santisteban - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Perú
- Jorge Rebaza Vásquez - Missouri State University -USA
- Luis Aguirre Castillo - Universidad Autónoma Metropolitana - México

## Comité Organizador

### Comité Organizador Principal

Dr. Carlos Alberto Vásquez Boyer	Rector (UNT)
Dr. Juan Amaro Villacorta Vásquez	Vicerrector Académico(UNT)
Dr. Luis Alberto Lara Romero (Presidente)	Grupo de Modelación y Simulación Matemática (GMSM)

### Comité Organizador Local

Mg. Daniel Arteaga Blas	martega@unitru.edu.pe
Msc .Ronald León Navarro	rleon@unitru.edu.pe
Ms. Rosario Delgado Vásquez	rdelgado@unitru.edu.pe
Ms. Jony Dionicio Vereau	jdionicio@unitru.edu.pe
Dr. Franco Rubio López	frubio@unitru.edu.pe
Ms. Azucena Zavaleta Quipuscoa	szavaleta@unitru.edu.pe
Ms. Maria Cotrina León	mcotrina@unitru.edu.pe
Ms. Orlando Hernandez Bracamonte	ohernandez@unitru.edu.pe
Ms. José Luis Ponte Bejarano	jponteb@unitru.edu.pe
Ms. Juan Carlos Ponte Bejarano	jponte@unitru.edu.pe
Ms. José Luis Peralta Lujan	jperalta@unitru.edu.pe

### Comité Organizador Nacional

Dr. Dolores Sanchez García	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Ms. Zenner Chávez Aliaga	Universidad Particular Antenor Orrego
Dra . Gladys Cruz Yupanqui	UNTELS
Dr. Humberto Vargas Pichon	Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann
Dr. Rafael Asmat Uceda	Universidad Nacional de Trujillo
Mg. Carlos Sabino Escobar	Universidad Nacional de Tumbes

## Presentación

El I Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics se realizó por primera vez el 19 de Diciembre del año 2007, Organizado por el Área Científica de Matemática Aplicada del Departamento Académico de Matemáticas de la UNT, motivado por la visita de varios ex-alumnos de la Escuela de Matemáticas que estaban estudiando o trabajando en Universidades extranjeras.

El II Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics, fue organizado por el Grupo de Modelación y Simulación Matemática (GMSM) y la Escuela de Posgrado de la UNT, con el auspicio de la Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional SPMAC, se realizó el día 07 de Enero del 2009 en el Auditorio Principal de la Escuela de Posgrado, UNT, contando con una asistencia de 25 expositores entre nacionales y extranjeros, contando con la participación de 70 participantes.

El III Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics, fue organizado por el Grupo de Modelación y Simulación Matemática (GMSM) y coorganizado por la Escuela de Posgrado de la UNT, con el auspicio de la Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional SPMAC y el Departamento de Matemáticas, UNT, se realizó el día 06 de Enero del 2010 en el Auditorio Principal de la Escuela de Posgrado, UNT, contando con una asistencia de 30 expositores entre nacionales y extranjeros, contando con la participación de 90 participantes.

En los años 2011 al 2018 los Eventos FAST fueron organizados por el Grupo de Modelación y Simulación Matemática GMSM en coorganización con Escuela de Posgrado de la UNT, con el auspicio de la Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional SPMAC y el Colegio de Matemáticos del Perú Región La Libertad, contando con la presencia de muchos matemáticos e investigadores nacionales y extranjeros.

En el 2019 el Fast Workshop cambia a **XII International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics**, es organizado por el Grupo de Modelación y Simulación Matemática en coorganización con la Escuela de Posgrado, UNT, el 03 y 04 de Enero, con la presencia de 50 expositores nacionales y extranjeros.

En el 2020 se realizó el **XIII International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics**, organizado por el Grupo de Modelación y Simulación Matemática en coorganización con la Escuela de Posgrado, UNT, con el auspicio de la Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional SPMAC y el Colegio de Matemáticos del Perú Región La Libertad contando con la presencia de 50 expositores nacionales y extranjeros.

El 07 y 08 de Enero del 2021 se realizó por primera vez el **XIV International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics** de manera virtual debido a las restricciones sanitarias impuestas por el gobierno peruano debido al Sars-CoV2 (COVID-19). En esta edición se contó con la presencia de 60 expositores entre nacionales y extranjeros que presentaron sus ponencias de manera virtual.

El 06 y 07 de Enero del 2022 el *Grupo de Modelación y Simulación Matemática* (GMSM) y la *Universidad Nacional de Trujillo* (UNT), con el auspicio de la *Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional* - SPMAC, el *Colegio de Matemáticos del Perú* (COMAP), la revista *Selecciones Matemáticas* y el *Grupo Invent soluciones* organizaron el **XV International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics, XV-INTER-FAST-2022** de manera virtual con la presentación de 57 ponencias de expositores nacionales e internacionales.

En Enero, del 05 al 06 del año 2023 el *Grupo de Modelación y Simulación Matemática* (GMSM) y la *Universidad Nacional de Trujillo* (UNT), con el auspicio de la *Sociedad Peruana de Matemática Aplicada y Computacional* - SPMAC, el *Colegio de Matemáticos del Perú* (COMAP), la revista *Selecciones Matemáticas* y el *Grupo Invent soluciones* organizan el **XVI International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics, XVI-INTER-FAST-2023** de manera virtual.

### La Comisión Organizadora

## Objetivos

Los objetivos del **XVI International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics** son:

1. Difundir la matemática para observar el estado del arte a nivel regional y mundial
2. Mostrar las aplicaciones de la matemática en las diferentes áreas del conocimiento.
3. Crear conciencia en las instituciones involucradas del uso de la matemática para motivar y profundizar sus investigaciones.
4. Motivar a los especialistas en la generación y uso de modelos computacionales.
5. Promover la formación de grupos de inter disciplinarios de investigación en matemática y las ciencias periféricas.
6. Fomentar la investigación científica en los estudiantes en el campo de la matemática y sus aplicaciones.

## Temas

Los temas a tratar en el XV International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics son:

- Matemática Industrial.
- Biomatemática
- Matemática Aplicada a las Ciencias Sociales
- Economía Matemática.
- Ingeniería Ambiental
- Meteorología, Climatología y Oceanografía
- Industria Minera y Geología
- Industria Farmacéutica.
- Ingeniería Genética
- Mecánica Racional, Termodinámica y Electromagnetismo
- Tecnología de la Información y comunicación.
- Análisis y Procesamiento de Imágenes
- Sistemas Integrados de Computación.
- Internet de las cosas.
- Enseñanza de la Matemática.
- Computación Científica
- Dinámica de Fluidos Computacional. Flujo en Medios Porosos
- Control Óptimo y Calculo de Variaciones
- Método de los Elementos Finitos
- Optimización Global y Restringida.
- Wavelets
- Diseño de Sistemas Óptimos con Múltiples Objetivos
- Calculo Fraccionario.
- Análisis y Métodos Numéricos
- Álgebra, Geometría. Análisis Funcional, Topología
- Análisis Estocástico.
- Ecuaciones Diferenciales Parciales
- Sars-CoV2(COVID-19)



## Índice

<b>1. El modelo epidemiológico SIRD aplicado a estudiar la propagación de la COVID-19 en la región peruana de Tacna</b> <i>Humberto Benito Vargas Pichon</i>	<b>1</b>
<b>2. Ecuaciones de medios porosos no consolidados en dominios finos 3D</b> <i>Marko Rojas-Medar</i>	<b>2</b>
<b>3. Modelado e Implementación Computacional de un Modelo Matemático SI para la Dinámica de Propagación de las Enfermedades de Transmisión</b> <i>Neisser Pino Romero</i>	<b>3</b>
<b>4. Prueba de que un subconjunto de <math>\mathbb{E}^4</math> es sólido o superficie con asistencia de GeoGebra</b> <i>Ronald Santamaria-Silupu</i>	<b>4</b>
<b>5. Un programa en el lenguaje Wolfram para generar listas aleatorias de inecuaciones y sus soluciones</b> <i>Rolando Ipanaqué-Silva</i>	<b>6</b>
<b>6. Codificación del método de bisección en el lenguaje Wolfram para obtener siete diferentes salidas</b> <i>César Silva More</i>	<b>7</b>
<b>7. Revisitando a geometria das horosferas do espaço hiperbólico</b> <i>Marco Antonio Lázaro Velasquez</i>	<b>9</b>
<b>8. El concepto de singularidad y el soliton cigar</b> <i>Hubert Roman Tello</i>	<b>9</b>
<b>9. Un problema <math>p(x)</math>-Kirchhoff triarmónico con término de convección via métodos topológicos</b> <i>Eugenio Cabanillas Lapa</i>	<b>10</b>
<b>10. Un modelo matemático para el procesamiento de alimentos mediante altas presiones</b> <i>Marcos Zambrano Fernández</i>	<b>11</b>
<b>11. La estabilidad en presencia de un conjunto invariante y su aplicación a sistemas de control no lineal</b> <i>Luis Aguirre Castillo</i>	<b>11</b>
<b>12. Extensiones topológicas del teorema de descomposición espectral de Smale</b> <i>Helmuth Villavicencio Fernández</i>	<b>12</b>
<b>13. Upward motion of dense run-and-tumble particles in a convective flow</b> <i>Alfredo Jara Grados</i>	<b>13</b>
<b>14. El kernel Gysin, la conjetura de Bloch y ccc</b> <i>Rina Paucar Rojas</i>	<b>13</b>
<b>15. Un modelo matemático de la polarización en una sociedad</b> <i>Ricardo Cano Macias</i>	<b>14</b>
<b>16. Métodos numéricos y ecuaciones diferenciales con GeoGebra, una perspectiva dinámica</b> <i>Alex Renjifo Salazar</i>	<b>15</b>

<b>17. Some existence results for a class of Euclidean bosonic equations</b> <i>Jesús Avalos Rodríguez</i>	15
<b>18. Controlabilidad Jerárquica para una Ecuación Parabólica no Lineal en una dimensión</b> <i>Miguel Nuñez Chavez</i>	17
<b>19. Creación del curso Cálculo en varias variables que fomente todas de las competencias para impactar en entorno STEM en Sinergia con el Centro I+D+i de Ingeniería de las Telecomunicaciones a estudiantes</b> <i>Norberto Chau Pérez</i>	18
<b>20. Uma abordagem à existência e unicidade de soluções de um problema diferencial fracionário usando a teoria do ponto fixo</b> <i>Anabela S. Silva</i>	19
<b>21. Uso da Matemática Financeira em Pequenos Consórcios Brasileiros</b> <i>Antonio Torelli Neto</i>	19
<b>22. On some parabolic problems in domains with small holes</b> <i>Elaine Andressa Tavares de Lima</i>	20
<b>23. Principios de descarte en optimización supermodular y quasisupermodular</b> <i>Nelson Aragonés Salazar</i>	21
<b>24. Continuidad residual de atractores pullback de la ecuación de oscillon fraccional</b> <i>Rodiak Figueroa López</i>	22
<b>25. Compactificación de Poincaré y singularidades de campos de vectores lineales por partes en <math>\mathbb{R}^3</math></b> <i>Gerard Alva Morales</i>	23
<b>26. Implementacao dos algoritmos genéticos para otimiacao de funcoes</b> <i>Karina Leonel Pereira de Souza</i>	23
<b>27. Un problema para el p-Laplaciano con crecimiento crítico-subcrítico</b> <i>Mario Huaman Bolaños</i>	24
<b>28. Estado del Arte de la programación lineal totalmente difusa</b> <i>Richard Abramonte Rufino</i>	25
<b>29. Una versión dinámica para análisis no paramétrico y multidireccional</b> <i>Kelly Patricia Murillo</i>	26
<b>30. Funciones casi periódicas en varias variables y aplicaciones</b> <i>Alan Chávez Obregón</i>	27
<b>31. Cálculo do Calor em uma Placa Estreita com Espessura Tendendo a Zero</b> <i>JUNIOR, Ozias Dias Freitas</i>	27
<b>32. Optimización: un enfoque geométrico usando <i>Mathematica</i></b> <i>Mariano González Ulloa</i>	28
<b>33. Heurística de distancias y demandas para resolver el problema del ruteo de vehículos multidepósito</b> <i>Rósulo Hilarión Pérez Cupe</i>	29

<b>34. Existencia del limite en temperatura cero de estados de equilibrio en shift de Markov transitivos</b> <i>Rusbert Calderón Beltrán</i>	<b>30</b>
<b>35. Sobre la existencia de solución de una ecuación tipo Schrodinger generalizado en <math>P'</math></b> <i>Yolanda Silvia Santiago Ayala</i>	<b>31</b>
<b>36. Ecuación de Schrödinger homogénea versus no homogénea</b> <i>Carlos Guzman Jimenez</i>	<b>32</b>
<b>37. Perturbación de un modelo de control biológico de la malaria considerando competencia de especies</b> <i>Marco Tamariz Milla</i>	<b>32</b>
<b>38. Representaciones convexas de la función valor y la integral de Aumann en espacios normados</b> <i>Fabián Flores-Bazán</i>	<b>33</b>
<b>39. La metáfora como mecanismo cognitivo en la matemática clásica</b> <i>Pablo Aguilar Marín</i>	<b>34</b>



## I. Conferences

### 1. El modelo epidemiológico SIRD aplicado a estudiar la propagación de la COVID-19 en la región peruana de Tacna

*Humberto Benito Vargas Pichon*

The SIRD epidemiological model applied to study the spread of the COVID-19 in the Peruvian region of Tacna

Humberto Benito Vargas Pichon

*humberto.vargas@unjbg.edu.pe*

*Departamento de Matemáticas y Estadística, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.*

Edson Alberto Coayla Teran

*coayla@ufba.br*

*Departamento de Matemáticas, UFBA, Bahia, Brasil.*

Edgar Tejada Vasquez

*etejada\_1@hotmail.com*

*Dirección Ejecutiva de Epidemiología-DIRESA, Tacna, Perú.*

#### Abstract

En la presente investigación se usó el modelo epidemiológico SIRD para estudiar la propagación de la Pandemia COVID-19 en la Región Tacna. Para determinar los parámetros del modelo se usó la información que publicó a través de redes sociales la Dirección Regional de Salud de la Región Tacna del Perú, la cual se sistematizó en una matriz Excel y luego se exportó para procesar la información en el Sistema de Computación Científica Mathematica. Como resultado se obtuvo los gráficos correspondientes al modelo referidos a los individuos Susceptibles, Infectados, Recuperados y Fallecidos de la Pandemia del COVID-19 en la Región Tacna y luego se interpretó los gráficos en el intervalo de tiempo del estudio.

**Palabras clave.** COVID-19, modelo epidemiológico SIRD.

## Referencias

- [1] BAILEY NTJ. The mathematical theory of infectious diseases and its applications. 2nd ed. London: Griffin, 1975.
- [2] BLACKWOOD JC AND CHILDS LM. An introduction to compartmental modeling for the budding infectious disease modeler. *Letters in Biomathematics*, 2018; 5(1): 195-221.
- [3] BRAUER, F. Y CASTILLO-CHAVEZ, C., *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology*, Springer-Verlag. New York, 2001.
- [4] COAYLA-TERAN EA. A COVID-19 time-dependent SIRD model using functional differential equations. *Int. J. Ecol. Dev.* 2021; 36(3): 1-11.
- [5] Gestión [Internet]. [updated 2022 January 13; cited 2022 January 13]. Available from: <https://gestion.pe/peru/tacna-reportan-que-hospitalizados-por-covid-19-se-duplican-y-no-hay-camas-uci-disponibles-nndc-noticia/?ref=gesr>
- [6] KERMACK W. AND MCKENDRICK A. A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society A*, 1927; 115(772): 700-721.
- [7] VERGARA ME, LEÓN NR., MORE AJ., ARTEAGA BD., ASMAT UR., PERALTA CJ., *et al.* Modelo básico epidemiológico SIR para el COVID-19: caso las Regiones del Perú. *Selecciones Matemáticas*, 2020;7(1):151-161.

## 2. Ecuaciones de medios porosos no consolidados en dominios finos 3D

*Marko Rojas-Medar*

[Unconsolidated porous media equations in 3D thin domains](#)

Marko Rojas-Medar  
*mmedar@academicos.uta.cl*

*Departamento de Matemática, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile*

Felipe W. Cruz  
*felipe.wcruz@ufpe.br*

*Departamento de Matemática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil*

Elva Ortega-Torres  
*eortega@ucn.cl*

*Departamento de Matemática, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile*

### Abstract

Demostramos la existencia de soluciones fuertes globales en el tiempo de ecuaciones de flujo incompresibles a través de medios porosos isotrópicos granulares (no consolidados) en dominios finos de la forma  $\Omega_\epsilon := \mathbb{R}^2 \times (0, \epsilon)$  con  $\epsilon \in (0, 1]$ . Además, demostramos que cuando  $\epsilon \rightarrow 0_+$  la velocidad del fluido tiende a 0.

#### Agradecimientos:

MATH-AmSud project 21-MATH-03 (CTMicrAAPDEs), CAPES-PRINT #88881.311964/2018-01 (Brazil), Project UTA-Mayor 4753-20, Universidad de Tarapacá, Arica-Chile.

## Referencias

- [1] BAILEY NTJ. The mathematical theory of infectious diseases and its applications. 2nd ed. London: Griffin, 1975.
- [2] BOLDRINI, J.L. LUKASZCZYK, J.P., *Flow through isotropic granular (non consolidated) porous media*, Resenhas IME-USP, 3 (1997), 25-44.
- [3] CABRALES, R.C., ROJAS-MEDAR, M.A., VILLAMIZAR-ROA, E.J, *Convergence rates of approximations of incompressible flows through granular porous media*, Int. J. Geomath. 11, 19 (2020), <https://doi.org/10.1007/s13137-020-00157-9>.
- [4] DU PLESSIS, J. P., MASLIYAH, J.H., *Flow through isotropic granular porous media*, Transp. Porous Med. 6 (1991), 207-221.
- [5] VÁZQUEZ, J.L., *The porous medium equation: Mathematical theory*, Oxford University Press, USA, 2007.

### 3. Modelado e Implementación Computacional de un Modelo Matemático SI para la Dinámica de Propagación de las Enfermedades de Transmisión

*Neisser Pino Romero*

Computational Modeling and Implementation of a SI Mathematical Model for the Dynamics of Spread of Sexually Transmitted Diseases

Neisser Pino Romero

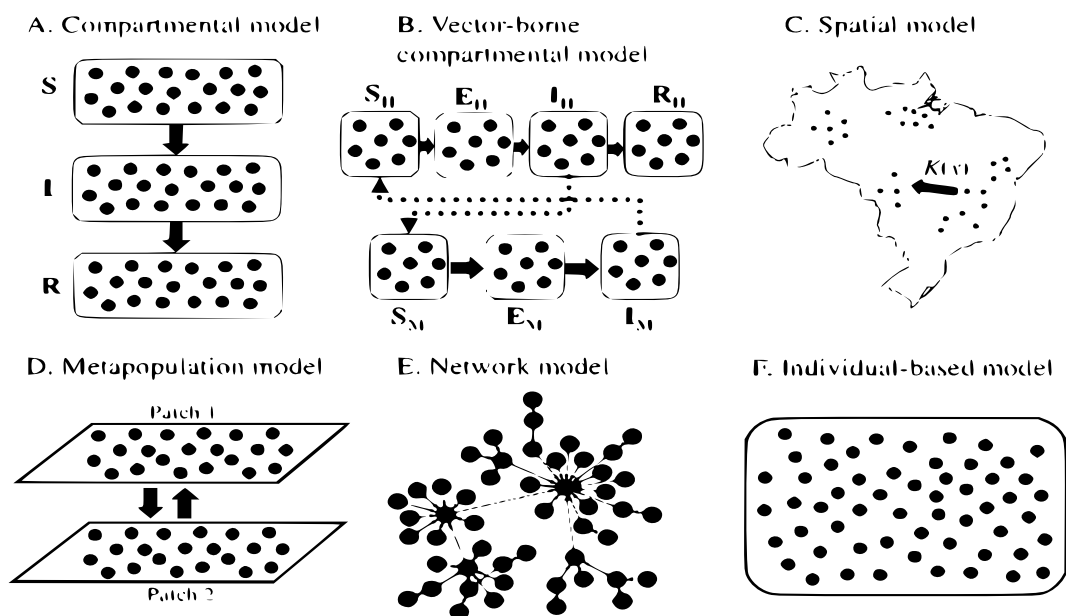
*neisser.pino@upch.pe*

*Departamento de Ciencias Exactas, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú*

#### Abstract

En el presente trabajo, se realizará un modelo computacional mediante los Autómatas Celulares (Cell-DEVS) que pueda describir la dinámica de cómo se propaga las Enfermedades de Transmisión de Sexual (ETS) considerando una clasificación para la población de Infectados. Desde la perspectiva de la epidemiología matemática se tiene el modelo matemático SIS de W.O. Kermack y A.G. McKendrick que representa la dinámica de la epidemia (ETS), donde se realizarán las simulaciones computacionales por los Métodos Numéricos (Tiempo Discreto) y los Autómatas Celulares (Eventos Discretos) para analizar el comportamiento de la propagación de la epidemia en el tiempo. Adicionalmente, el mediante el modelo computacional se podrá extender el modelo inicial para perturbar las consideraciones que se asemejen más a la realidad de la transmisión de la enfermedad (ETS).

**Palabras claves:** Epidemiología Matemática; Ecuaciones Diferenciales; Autómatas Celulares; Simulación Computacional.



## Referencias

- [1] COREMUSA CALLAO.(2009). Plan Estrategico Regional Multisectorial para la Prevención y Control de ITS y VIH/SIDA, Región Callao: 2010 - 2015. Gobierno Regional del Callao, Perú.
- [2] ELKADRY, ALAA. (2013). Transmission Rate in Partial Differential Equation in Epidemic Models. Master's Thesis, Marshall University, West Virginia, United States.
- [3] PINO ROMERO, N. (2017). Análisis y simulación numérica de un modelo matemático SI con retardo discreto para las enfermedades de transmisión sexual. Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- [4] TROTTIER, H., PHILIPPE, P. (2000). Deterministic Modeling Of Infectious Diseases: Theory And Methods. The Internet Journal of Infectious Diseases, Vol. 1, (2), p.p. 1-6.
- [5] WAINER, G. (2018). Advanced Cell-DEVS modeling applications: a legacy of Norbert Giambiasi. Simulation, Vol. 0, (0), p.p. 1-27.
- [6] WAINER, G, CASTRO, R. (2010). A Survey on the Application of the Cell-DEVS Formalism. Journal Cellular Automata, Vol. 5, (6), p.p. 509-524.

## 4. Prueba de que un subconjunto de $\mathbb{E}^4$ es sólido o superficie con asistencia de GeoGebra

*Ronald Santamaria-Silupu*

[Proof that a subset of  \$\mathbb{E}^4\$  is solid or surface with assistance from GeoGebra](#)

Ronald Santamaria-Silup

ronalpaul78@gmail.com

*Escuela profesional de Matemática, Universidad Nacional de Piura, Perú*

Robert Ipanaqué-Chero

ripanaquec@unp.edu.pe

*Departamento de Matemática, Universidad Nacional de Piura, Perú*

Rolando E. Ipanaqué-Silva

ripanaques@unp.edu.pe

*Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura, Perú* César Silva-More

csilvam@unp.edu.pe

*Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura, Perú*

### Abstract

La Geometría diferencial propone definiciones y métodos para analizar la geometría de superficies o sólidos, en este artículo se estudiará si un subconjunto de  $\mathbb{E}^4$  es una superficie o sólido a través del método de cartas propias. Se propone como un método de visualización el software libre Geogebra, ya que por ser un software dinámico, fácil de usar e interactivo ayudará a representar el concepto matemático referentes a cartas. El método de visualización que proponemos para visualizar los subconjunto de  $\mathbb{E}^4$  se basa en el teorema de Pohlke y los resultados se muestran con interesantes y variados ejemplos.

**Palabras Claves:** GeoGebra, Teorema de Pohlke, Cartas Propias.

### Referencias

- [1] O'NEILL, B. *Elementos de la Geometria diferencial*, 1ra ed., Limusa-Wiley, 1972.
- [2] IPANAQUÉ, R. Y VELEZMORO , R. *Graphical display of complex functions with Mathematica*. Revista ECIPERU 2015.
- [3] IPANAQUÉ, R. Y VELEZMORO , R. *A model to visualize objects in 4D with Mathematica*. Revista ECIPERU 2015.
- [4] CÓRDOVA, F. Y CARDEÑO, J. *Desarrollo y uso didáctico de Geogebra.*, Editorial ITM, 2013.
- [5] SOBRINO E., IPANAQUÉ R., VELEZMORO R. Y MECHATO J. *New Package in Maxima to Build Axonometric Projections from  $\mathbb{R}^4$  to  $\mathbb{R}^3$  and Visualize Objects Immersed in  $\mathbb{R}^4$* , Computational Science and Its Applications. ICCSA 2020.
- [6] MANFRIN, R. *A proof of Pohlke's theorem with an analytic determination of the reference trihedron.*, Journal for Geometry and Graphics 22 no. 2, 195-205 (2017).
- [7] GIRBAU, J. *Geometria diferencial i relativitat.*, Ed. Universitat Autònoma de Catalunya, 1993.
- [8] M. DO CARMO. *Differential geometry of curves and surfaces*, 1976.



## 5. Un programa en el lenguaje Wolfram para generar listas aleatorias de inecuaciones y sus soluciones

*Rolando Ipanaqué-Silva*

A program in the Wolfram language to generate random lists of inequalities and their solutions

Rolando Ipanaqué-Silva

*ripanaques@unp.edu.pe*

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú

César Silva-More

*csilvam@unp.edu.pe*

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú

Robert Ipanaqué-Chero

*ripanaquec@unp.edu.pe*

Departamento de Matemática, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú

### Abstract

Resolver inecuaciones constituye un primer paso y un logro importante para estudiantes de pregrado. De hecho, es uno de los primeros temas que se estudian en la mayoría de los cursos clásicos de matemática básica superior a nivel nacional [5]. En este artículo se presenta un nuevo programa codificado en el lenguaje de programación Wolfram [6], el cual es propio del software *Mathematica* [2, 4], para generar una lista aleatoria de inecuaciones con sus respectivas soluciones. Para codificar el programa se hace uso, principalmente, de las funciones nativas *RandomInteger* [9], *RandomChoice* [15], *Reduce* [11] y *Surd* [14]; así como, de los paradigmas de programación funcional y programación basada en reglas y patrones [6, 10] (propios de los lenguajes de programación simbólicos). La lista de inecuaciones obtenida puede ser utilizada por docentes y/o estudiantes. Los primeros para ahorrar tiempo en la elaboración de ejercicios y los segundos para generar material de práctica. El problema del alto precio de la licencia del *Mathematica* puede salvarse ensamblando un equipo Raspberry Pi [3] e instalando la versión gratuita del *Mathematica* [10] para Raspbian [4].

### Referencias

- [1] GRAY, J., *Mastering Mathematica, Second Edition*. Academic Press, 1997.
- [2] MAEDER, R., *Programming in Mathematica, Third Edition*. Addison-Wesley, 1996.
- [3] Raspberry Pi (2022), <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>.
- [4] Raspbian (2022), <https://www.raspbian.org>.
- [5] Scribd (2016), Silabo Matematica Basica, <https://es.scribd.com/document/312444798/Silabo-Matematica-Basica>.
- [6] Wolfram Research (2022), Functional Programming, Wolfram Language & System Documentation Center, <https://reference.wolfram.com/language/guide/FunctionalProgramming.html>.
- [7] Wolfram Research (1988), Listable, Wolfram Language function, <https://reference.wolfram.com/language/ref/Listable.html>.
- [8] Wolfram Research (2007), RandomChoice, Wolfram Language function, <https://reference.wolfram.com/language/ref/RandomChoice.html>.

- [9] Wolfram Research (2007), RandomInteger, Wolfram Language function, <https://reference.wolfram.com/language/ref/RandomInteger.html>.
- [10] Wolfram Research (2022), ¡Wolfram Language y Mathematica gratis en cada Raspberry Pi!, <https://www.wolfram.com/raspberry-pi>.
- [11] Wolfram Research (1988), Reduce, Wolfram Language function, <https://reference.wolfram.com/language/ref/Reduce.html> (updated 2014).
- [12] Wolfram Research (2022), Rules & Patterns, Wolfram Language & System Documentation Center, <https://reference.wolfram.com/language/guide/RulesAndPatterns.html>.
- [13] Wolfram Research (2012), Surd, Wolfram Language function, <https://reference.wolfram.com/language/ref/Surd.html>.
- [14] WOLFRAM, S., *The Mathematica Book, Fifth Edition*. Wolfram Research, Inc., 2003.
- [15] WOLFRAM, S., *Una Introducción Elemental a Wolfram Language*. Wolfram Research, Inc., 2019.
- [16] Wikipedia (2022), Número real, [https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero\\_real](https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_real).

## 6. Codificación del método de bisección en el lenguaje Wolfram para obtener siete diferentes salidas

*César Silva More*

Coding the bisection method in the Wolfram language to get seven different outputs

César Silva-More

*csilvam@unp.edu.pe*

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú

Rolando E. Ipanaqué-Silva

*ripanaques@unp.edu.pe*

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú

Robert Ipanaqué-Chero

*ripanaquec@unp.edu.pe*

Departamento de Matemática, Universidad Nacional de Piura, Urb. Miraflores s/n, Castilla, Piura, Perú

### Abstract

El método de bisección posee una estructura simple y es fácil de comprender. Este método es convergente con seguridad si la función dada es continua en cierto intervalo cerrado y el producto de las imágenes de los extremos del intervalo, vía la función dada, es negativo [4]. A pesar que la principal desventaja de este método es su lenta convergencia resulta ideal para introducir a los estudiantes de pregrado en el tema de los métodos para la aproximación de los ceros de una función. Este método es ampliamente mencionado en los diferentes textos relacionados con los métodos numéricos la mayoría de los cuales incluyen la programación del mismo en algún lenguaje de programación [2, 6, 7, 8]. El lenguaje Wolfram [13], propio del Mathematica

[12], soporta múltiples paradigmas de programación [15] y esto lo convierte en una herramienta útil para diversas aplicaciones [3]. Este artículo presenta la nueva función `WolframBisection`, codificada en el lenguaje Wolfram, que permite obtener, por separado y según la opción que elija el usuario: 1) una salida numérica de la aproximación, 2) una salida con los subintervalos que se forman en el proceso de aproximación, 3) una tabla con las aproximaciones y los errores, 4) un gráfico de la función junto con la última aproximación, 5) un gráfico animado del proceso de aproximación, 6) un gráfico que simula el proceso manual de aproximación y 7) una tabla comparativa de los errores absoluto y relativo. Esta nueva función puede utilizarse con estudiantes de pregrado en un curso clásico de métodos numéricos. El problema del alto precio de la licencia del `Mathematica` puede salvarse ensamblando un equipo Raspberry Pi [9] e instalando la versión gratuita del `Mathematica` [10] para Raspbian [11].

## Referencias

- [1] ASHIMOV, A. ET AL., *Macroeconomic Analysis and Economic Policy Based on Parametric Control*, Springer Science & Business Media, 2011.
- [2] BURDEN, R. ET AL., *Análisis numérico*, Décima edición, Cengage Learning Editores, 2017.
- [3] GRAY, J., *Mastering Mathematica, Second Edition*. Academic Press, 1997.
- [4] GUPTA, R. K., *Numerical Methods*, Cambridge University Press, 2019.
- [5] JUDD, K., *Numerical Methods in Economics*, MIT Press, 1998.
- [6] KINCAID, D. AND CHENEY W., *Numerical Analysis*, Brooks/Cole Publishing Company, 1990.
- [7] MATHEWS, J. H. AND FINK, K. D., *Numerical Methods Using MATLAB*, Prentice Hall, 1999.
- [8] QUARTERONI, A., *Cálculo Científico con MATLAB y Octave*, Springer-Verlag Italia, 2006.
- [9] Raspberry Pi (2022), <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>.
- [10] Raspbian (2022), <https://www.raspbian.org>.
- [11] Wolfram Research (2022), ¡Wolfram Language y Mathematica gratis en cada Raspberry Pi!, <https://www.wolfram.com/raspberry-pi>.
- [12] WOLFRAM, S., *The Mathematica Book, Fifth Edition*. Wolfram Research, Inc., 2003.
- [13] WOLFRAM, S., *Una Introducción Elemental a Wolfram Language*. Wolfram Research, Inc., 2019.
- [14] Wolfram Computation Meets Knowledge (2022), ¿Por qué Mathematica?, <https://www.wolfram.com/mathematica/compare-mathematica/index.html.es?footer=lang>.
- [15] Wolfram Computation Meets Knowledge (2022), Wolfram Language, <https://www.wolfram.com/language>.

## 7. Revisitando a geometria das horosferas do espacio hiperbólico

*Marco Antonio Lázaro Velasquez*

[Revisiting the geometry of horospheres of the hyperbolic space](#)

Marco Antonio Lázaro Velásquez

*marco.velasquez@mat.ufcg.edu.br*

Unidade Acadêmica de Matemática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brazil

## 8. El concepto de singularidad y el soliton cigar

*Hubert Roman Tello*

[The concept of singularity and the soliton cigar](#)

Hubert Roman Tello

*hrt\_ae@yahoo.es*

*Departamento de Matemática, UPG – UNMSM*

### Abstract

En el problema tipo Dirichlet homogéneo se da el estado de equilibrio de la temperatura cuando  $t \rightarrow \infty$ , admitiendo que en su frontera la temperatura es constante, aquí subyace la ecuación del calor y el teorema del trazo resuelve el problema de asignar valores en la frontera. Uno puede observar estos conceptos en las ecuaciones de Navier- Stokes donde aun no se puede controlar la expresión  $\int_0^T \|u\|_{L^6}^4$ , debido a que existe singularidades, según Leray, que pueden explicar el fenómeno de la turbulencia. En el presente trabajo demostraremos que el soliton cigar es solución de la ecuación del flujo de Ricci, Hamilton conjeturo que es un modelo de singularidad que no admite un proceso de cirugía cuyo limite sea una subvariedad conocida con curvatura seccional constante, era el escollo que no pudo resolver en su programa de clasificación de singularidades, Perelman lo resuelve con su teorema de no colapso local y resuelve la conjetura de geometrización de Thurston que implicaba la conjetura de Poincare. El soliton cigar nos permite demostrar el siguiente teorema.

**Teorema:** Supongamos que la métrica de Riemann  $g(0) := u(0)g_c$  en  $\mathbb{R}^2$  tiene curvatura acotada, donde  $g_c$  es la métrica del soliton cigar en  $\mathbb{R}^2$  y  $u(0)$  es una función suave positiva en  $\mathbb{R}^2$  tal que ambos  $|\ln u(0)| + |d \ln u(0)|_{g(0)}$  esta uniformemente acotado en  $\mathbb{R}^2$  ( $g(0)$  tiene ancho finito). Supongamos que la función potencial  $f(0)$  de  $g(0)$  satisface que  $f_0 - f(0) \in L^\infty(\mathbb{R}^2, g(0))$ . Entonces el flujo de Ricci con la métrica inicial  $g(0)$  tiene una solución global con su métrica limite en  $t = \infty$ , la métrica del soliton cigar.

## Referencias

- [1] GRISHA PERELMAN. *The entropy for the Ricci flow and its geometric applications*. *arXiv:matemáticas/0211159 [matemáticas.DG]* 39 (2002).

- [2] GRISHA PERELMAN. *Ricci flow surgery on three-manifolds* . *arXiv:matemáticas/0303109 [matemáticas.DG]* 22 (2003).
- [3] GRISHA PERELMAN. *Finite extinction time for the solutions to the Ricci flow on certain three-manifolds* *arXiv:matemáticas/0307245 [matemáticas.DG]* 7 (2003).
- [4] LI MA, INGO WITT. *Stability of Cigar Soliton*, *Differential Geometry (math.DG); Analysis of PDEs (math.AP)*. *arXiv:1112.6073 [math.DG]*, 28 /09/2015.
- [5] RUIZHE WAN. *Monotonicity Formula On Cigar Soliton*, *Journal of Physics: 5.<sup>a</sup> Conferencia internacional sobre mecánica, matemáticas y física aplicada (ICMMAP 2021); Guilin, China, 23-25 , de julio de 2021.*

## 9. Un problema $p(x)$ -Kirchhoff triarmónico con término de convección via métodos topológicos

*Eugenio Cabanillas Lapa*

[p\(x\)- Kirchhoff triharmonic problem with convection term via topological methods](#)

Eugenio Cabanillas Lapa  
[ecabanillasl@unmsm.edu.pe](mailto:ecabanillasl@unmsm.edu.pe)

*Instituto de Investigación, Facultad de Ciencias Matemáticas-UNMSM, Lima-Perú*

Henry C. Zubieta Rojas  
[henry.zubieta@unmsm.edu.pe](mailto:henry.zubieta@unmsm.edu.pe)

*Unidad de Posgrado- Facultad de Ciencias Matemáticas-UNMSM, Lima-Perú*

### Abstract

The purpose of this article is to obtain weak solutions for a class nonlinear elliptic problem for the  $p(x)$ -Kirchhoff type triharmonic operator with Navier boundary value conditions and convection term on a bounded domain in  $\mathbb{R}^n$ . By means of a Fredholm-type result for a couple of nonlinear operators and the theory of the variable exponent Sobolev spaces, we obtain the existence of weak solutions for the problem under certain assumptions.

### Referencias

- [1] RAHAL B., *Existence results of infinitely many solutions for  $p(x)$ - Kirchhoff type triharmonic operator with Navier boundary conditions*, *J. Math. Anal. Appl.*, 478, (2019) 1133-1146.
- [2] HAMDANI M. K., CHUNG N. T., REPOVŠ, *New class of sixth-order nonhomogeneous  $p(x)$ -Kirchhoff problems with sign-changing weight functions*, *Adv. Nonlinear Anal.* 10(2021), 1117-1131.

## 10. Un modelo matemático para el procesamiento de alimentos mediante altas presiones

Marcos Zambrano Fernández

[A mathematical model for the food processing using high pressures](#)

Marcos Zambrano Fernández

*mzambrano@unab.edu.pe*

*Departamento de Ciencias Básicas, UNAB-Universidad Nacional de Barranca, Lima, Perú*

### Abstract

Estudiamos un modelo matemático que permite conocer el procesamiento de alimentos mediante el uso de altas presiones a diferencia de los clásicos métodos térmicos usualmente empleados. Una ecuación diferencial parcial que relaciona la presión y la temperatura en su término fuente es formulada y resuelta usando el software basado en volúmenes finitos OpenFOAM y así generar los resultados que se presentan.

### Referencias

- [1] BALASUBRAMANIAM, MARTÍNEZ-MONTEAGUDO Y ROCKENDRA GUPTA, *Principles and Application of High Pressure-Based Technologies in the Food Industry*, Review in Advance, Ohio University, 2015.
- [2] SMITH, N.A.S., MITCHELL S.L Y RAMOS A.M., *Analysis and simplification of a mathematical model for high-pressure food processes.*, Applied Mathematics and Computation (226) 20-37, 2014.
- [3] GREENSHIELDS, CHRISTOPHER, *OpenFOAM v6 User Guide*, The OpenFOAM Foundation, 2019.

## 11. La estabilidad en presencia de un conjunto invariante y su aplicación a sistemas de control no lineal

Luis Aguirre Castillo

[Stability in the presence of an invariant set and its application to nonlinear control systems](#)

Luis Aguirre Castillo

*lac@xanum.uam.mx*

*Depto. Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Vicentina, C.P. 09340, México, D.F., México*

### Abstract

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

## Referencias

- [1] N.P.BHATIA Y G.P. SZEGÖ , *Stability Theory of Dynamical Systems*, Springer, 1970.
- [2] ALBERTO ISIDORI, *Nonlinear Control Systems*. Third Edition, Springer, 1994.
- [3] PETER SEIBERT Y RODOLFO SUAREZ, *Global stabilization of nonlinear cascade systems*. Systems and Control Letters Volume 14, Issue 4, April 1990, Pages 347-352.

## 12. Extensiones topológicas del teorema de descomposición espectral de Smale

*Helmuth Villavicencio Fernández*

Topological extensions of Smale's spectral decomposition theorem

Helmuth Villavicencio Fernández

*hvillavicencio@imca.edu.pe*

*Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería - Instituto de Matemática y Ciencias Afines IMCA-UNI*

### Abstract

Mostraremos la evolución de las extensiones del teorema de descomposición espectral de Smale aplicado a difeomorfismos de Anosov de variedades compactas, a espacios topológicos más generales no necesariamente metrizable y no necesariamente compactos.

## Referencias

- [1] STEPHEN SMALE. Differentiable dynamical systems, Bull. Amer. Math. Soc. 73 (1967) 747–817.
- [2] T. DAS, K. LEE, D. RICHESON, AND J. WISEMAN. Spectral decomposition for topologically Anosov homeomorphisms on noncompact and non-metrizable spaces, Topology Appl. 160 (2013), no. 1, 149–158.
- [3] R. DAS, T. DAS, AND S. SHAH. Bowen's decomposition theorem for topologically Anosov homeomorphisms on noncompact and non-metrizable spaces. Communications of the Korean Mathematical Society, (2018) no 33(1), 337–344.

### 13. Upward motion of dense run-and-tumble particles in a convective flow

*Alfredo Jara Grados*

[Upward motion of dense run-and-tumble particles in a convective flow](#)

Alfredo Jara Grados

[alfredogrados@ufg.br](mailto:alfredogrados@ufg.br)

*Universidade Federal de Goiás UFG, GO-Brazil*

Rafael Vilela

[rafael.vilela@ufabc.edu.br](mailto:rafael.vilela@ufabc.edu.br)

*Universidade Federal do ABC, UFABC, Santo André, SP-Brazil*

Jean-Régis Angilella

[jean-regis.angilella@unicaen.fr](mailto:jean-regis.angilella@unicaen.fr)

*Université de Caen Normandie, UNICAEN, Caen-France*

#### Abstract

We investigate the dynamics of run-and-tumble particles in a steady convective flow. Inspired by some biological microswimmers, we consider particles denser than the background fluid. As a result of gravity and the effects of the carrying flow, in the absence of swimming the particles either sediment or are trapped in a convective cell. When run-and-tumble also takes place, the particles may ascend, i.e., move to convective cells located above their initial one. We model run-and-tumble as an additive stochastic process and use analytical tools to obtain the minimum “run” speed parameter necessary for upward motion to occur and calculate the probability of ascending in the nontrivial range of that parameter.

#### Referencias

- [1] ANGILELLA, J.-R., *Effect of colored noise on heteroclinic orbits* Phys. Rev. E 99, 032224 (2019).
- [2] ELGETI, J., WINKLER, R. G. & G. GOMPPER, *Physics of microswimmers-single particle motion and collective behavior: a review*, Rep. Prog. Phys. 78, 056601 (2015).
- [3] FRIEDRICH, B. M. & JULICHER, F., *Flagellar Synchronization Independent of Hydrodynamic Interactions*, Phys. Rev. Lett. 109, 138102 (2012).
- [4] GRADOS, A. J. & VILELA, R. D., *Quantitative analysis of the gain in probability of escaping for ideal phototactic swimmers due to chaotic dynamics*, Phys. Rev. E 101, 052617 (2020).
- [5] TORNEY, C. & NEUFELD, Z., *Phototactic Clustering of Swimming Microorganisms in a Turbulent Velocity Field*, Phys. Rev. Lett. 101, 078105 (2008).

### 14. El kernel Gysin, la conjetura de Bloch y ccc

*Rina Paucar Rojas*

[The Gysin kernel, Bloch’s conjecture and ccc](#)



Rina Paucar Rojas

*rina.paucar@imca.edu.pe*

*Instituto de Matemática y Ciencias Afines(IMCA)-Universidad Nacional de Ingeniería(UNI), Lima, Perú*

Claudia Schoemann

*Claudia.Schoemann@upf.pf*

*Laboratoire de mathématiques GAATI, Université de la Polynésie française, BP 6570-98702 Faaa, Polynésie française*

### Abstract

The Chow groups form a sort of homology theory for quasi-projective varieties, that is to say, they are abelian groups associated to a geometric object that are described as a group of algebraic cycles modulo an equivalence relation. In the particular case of the Chow group of 0-cycles of degree 0 of a surface  $S$ , denoted by  $CH_0(S)_{\text{deg}=0}$ , Severi took as an almost evident fact that this group has the size of an algebraic variety. In 1968 Mumford proved that for surfaces with geometric genus  $p_g(S) > 0$  this group does not have the size of an algebraic variety. In this talk I will present a result on the Gysin kernel and explain its relation with Bloch's conjecture, which is the converse of Mumford's theorem, and with the notion of constant cycles curves (ccc).

### Referencias

- [1] CLAIRE VOISIN., *Hodge Theory and Complex Algebraic Geometry II: Volume 2*, Volume 77. Cambridge University Press, 2003.
- [2] D HUYBRECHTS., *Curves and cycles on  $k3$  surfaces*. Foundation Compositio Mathematica, 2014.

## 15. Un modelo matemático de la polarización en una sociedad *Ricardo Cano Macias*

### A mathematical model of the society polarization

Ricardo Cano Macias

*ricardocm@unisabana.edu.co*

*Facultad de Ingeniería, Universidad de La Sabana,*

*Chía, Colombia*

Jorge M Ruiz Vera

*jmruizv@unal.edu.co*

*Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia,*

*Bogotá D.C., Colombia*

### Abstract

A lo largo de la historia se ha observado en diferentes contextos de la sociedad la polarización de la población frente una ideología, ya sea de tipo político, religioso o cultural, etc. En este trabajo proponemos un modelo sencillo que describe la dinámica de los cambios de opinión entre los individuos de una población heterogénea frente de una idea  $\mathcal{A}$ . Consideramos que la población está dividida en un grupo de seguidores de la idea, que a su vez está compuesta de un subgrupo de simpatizantes moderados que son susceptibles a cambiar de opinión, y otro subgrupo defensor acérrimo de dicha idea; y un grupo de contradictores de la idea que buscan diseminar su posición, pero es a su vez vulnerable de cambiar de opinión. Se presenta el análisis de estabilidad del sistema de ecuaciones diferenciales planteado. Estos resultados permiten analizar posibles políticas que eviten la homogenización de la población entorno a la idea  $\mathcal{A}$ . Finalmente los resultados analíticos se verifican mediante simulaciones numéricas.

## Referencias

- [1] SANTOPRETE, MANUELE AND XU, FEI. *Global stability in a mathematical model of de-radicalization*, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Vol 509, 2018, 151 -161.
- [2] DEVANEY, ROBERT L.;HIRSCH, MORRIS W.;SMALE, STEPHEN. *Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos*. Elsevier Science;Academic Press, 2013.

## 16. Métodos numéricos y ecuaciones diferenciales con GeoGebra, una perspectiva dinámica

*Alex Renjifo Salazar*

[Numerical methods and differential equations with GeoGebra, a dynamic perspective](#)

Alex Xavier Renjifo Salazar  
[arenjifo@unsa.edu.pe](mailto:arenjifo@unsa.edu.pe)

*Departamento de Matemática, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú*

Marhori Margit Vilca Alvarez  
[mvilca@esan.edu.pe](mailto:mvilca@esan.edu.pe)

*Departamento de Ciencias, Perú*

## 17. Some existence results for a class of Euclidean bosonic equations

*Jesús Avalos Rodríguez*

[Some existence results for a class of Euclidean bosonic equations](#)

Jesús Pascual Avalos Rodríguez  
*javalos@unitru.edu.pe*  
Departamento Académico de Matemática  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad Nacional de Trujillo  
Trujillo - Peru

### Abstract

We deal with a class of non-linear bosonic equation on Euclidean space

$$\Delta e^{-c\Delta} u - u + g(x, u) = 0, \quad x \in \mathbb{R}^N. \quad (17.1)$$

These equations emerge in the study of nonlocal cosmology and string theory, and they depend on operators of the form  $\exp(-c\Delta)$ , in which  $\Delta$  is the Euclidean Laplace operator. By using variational method we study the existence of ground state solution and the existence of infinitely many solutions of (17.1).<sup>1</sup>

### Referencias

- [1] C. ALVES, H. PRADO, E. REYES , *Existence of smooth solutions for a class of euclidean Bosonic equations, preprint.*
- [2] C. ALVES, C. TORRES, *Existence and multiplicity of solutions for a non-linear Schrödinger equation with non-local regional diffusion*, J. Math. Phys. 58 (2017) 111507.
- [3] G. CALCAGNI, M. MONTOBBIO, G. NARDELLI, *Route to nonlocal cosmology*, Phys. Rev. D 76 (2007) 126001.
- [4] G. CALCAGNI, M. MONTOBBIO, G. NARDELLI, *Localization of nonlocal theories*, Phys. Lett. B 662 (2008) 285-289.
- [5] S. CHEN, X. TANG, *Geometrically distinct solutions for Klein-Gordon-Maxwell systems with superlinear nonlinearities*, Appl. Math. Lett. 90 (2019) 188-193.
- [6] D.A. ELIEZER, R.P. WOODARD, *The problem of nonlocality in string theory*, Nucl. Phys. B 325 (1989) 389-469.
- [7] P. FELMER, C. TORRES, *Non-linear Schrödinger equation with non-local regional diffusion*, Calc. Var. Partial Differ. Equ. (1) (2015) 75-98.
- [8] P. GÓRKA, H. PRADO, E.G. REYES, *Nonlinear equations with infinitely many derivatives*, Complex Anal. Oper. Theory 5 (2011) 313-323.

---

<sup>1</sup>This a joint work with C. Torres, H. Cuti and M. Montalvo.

## 18. Controlabilidad Jerárquica para una Ecuación Parabólica no Lineal en una dimensión

*Miguel Nuñez Chavez*

[Hierarchical Controllability for a Nonlinear Parabolic Equation in One Dimension](#)

Miguel Roberto Nuñez Chavez

*miguel.chavez@ufmt.br*

*Departamento de Matemática, ICET - Universidade Federal de Mato Grosso,  
Campus de Cuiabá, MT, Brazil*

### Abstract

Este trabajo estudia el control jerárquico de una ecuación parabólica no lineal en una dimensión. La novedad en este trabajo es la aparición de la derivada espacial en el coeficiente de difusión en lugar de considerar solo el término cuasilineal clásico (no linealidad), aquí radica la dificultad de abordar dicha ecuación. Utilizamos estrategias de Stackelberg-Nash, para esto consideramos un control llamado líder y dos controles llamados seguidores. A cada líder le asociamos un equilibrio de Nash correspondiente a un problema de control óptimo bi-objetivo, luego buscamos un líder que resuelva problemas de controlabilidad nula y de trayectoria. Comenzamos estudiando el problema linealizado y luego, usamos los resultados obtenidos en el caso lineal para concluir el problema no lineal aplicando el Teorema de la Función Inversa a la Derecha.

### Referencias

- [1] ARARUNA F., FERNÁNDEZ-CARA E., SANTOS M., *Stackelberg-Nash Controllability for linear and semilinear parabolic equations*, ESAIM: Control, Optimisation and Calculus of Variations, 21(3), 835-856 (2015)
- [2] ARARUNA F., FERNÁNDEZ-CARA E., GUERRERO S., SANTOS M.. *New results on the Stackelberg Nash exact control of linear parabolic equations*, System and Control Letters, 104, 78-85 (2017)
- [3] DÍAZ J. I., LIONS J.L., *On the approximate controllability of Stackelberg-Nash strategies*, Ocean Circulation and Pollution Control - A mathematical and Numerical Investigation, 17-27 (2004)
- [4] LIONS J.L., *Hierarchic control*, Proceedings of the Indian Academy of Science, (Mathematical Sciences) 104(1), 295-304 (1994)
- [5] NINA-HUAMAN D., LÍMACO J., *Stackelberg-Nash Controllability for N-Dimensional Nonlinear Parabolic Partial Differential Equations*, Applied Mathematics and Optimization (2021)

## 19. Creación del curso Cálculo en varias variables que fomente todas de las competencias para impactar en entorno STEM en Sinergia con el Centro I+D+i de Ingeniería de las Telecomunicaciones a estudiantes

*Norberto Chau Pérez*

Creación del curso Cálculo en varias variables que fomente todas de las competencias para impactar en entorno STEM en Sinergia con el Centro I+D+i de Ingeniería de las Telecomunicaciones a estudiantes

Norberto Jaime Chau Pérez

*jchau@pucp.edu.pe*

*Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú*

### Abstract

Esta propuesta se construye sobre experiencias previas patrocinadas por la PUCP en sus fondos de innovación docente. A raíz de ello se creó *EmprendeClass*, herramienta TIC que puede impactar favorablemente en el aprendizaje de conceptos y fomentar la generación de todas las competencias genéricas exigidas por la PUCP. Así de este modo empezó el movimiento de los *Creathones*, actividad en la cual se agrupan estudiantes con espíritu colaborador que desean contribuir al cambio educativo. Se ha generado un curso interdisciplinario que propicie el inicio de un ambiente de colaboración y cooperación en pos de innovar (*co-innovar*), cuyos participantes han sido parte activa en los *Creathones* y quienes podrían ser firmes colaboradores para cambiar la educación en sinergia con los docentes. Para asegurar el éxito de este proyecto se ha establecido un vínculo fuerte con el Centro I+D+i de Ingeniería de las Telecomunicaciones; así como también con los docentes y estudiantes con quienes ya se han coordinado acciones anteriormente e impactar así a muchos estudiantes por semestre en asignaturas relacionadas a ciencias, tecnologías, ingenierías y matemática. Se debe generar tecnología propia para mejorar el nivel de competitividad de la nación. En esta experiencia he participado por más de cinco años como coordinador de tipo de proyecto y cinco *Creathones*, y un Coloquio de *co-innovación* 2018 -2022; y sobre esa base se crea el curso interdisciplinario. La propuesta tiene tres temas fundamentales: (1) la existencia de una propuesta validada para generar un entorno de *co-innovación* en entornos STEM por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics; (2) la existencia de un esfuerzo articulado y sostenido entre estudiantes y docentes para mejorar la Educación en entornos de Ciencias e Ingeniería; y (3) el convencimiento general de generar tecnología propia para elevar la competitividad, y en este caso puntual en el campo educativo y no depender de tecnologías foráneas.

### Referencias

- [1] BASS, BERNARD M. (1999). Two Decades of Research and Development in Transformational Leadership. *Journal of Work and Organizational Psychology*, 1999, 8 (1), pp. 9-32. [http://techtied.net/wp-content/uploads/2007/10/bass\\_transformational\\_leadership.pdf](http://techtied.net/wp-content/uploads/2007/10/bass_transformational_leadership.pdf)
- [2] BAIN, KEN. (2011). Lo que hacen los mejores profesores universitarios.
- [3] MICHELLE K. SMITH, ET AL. (2009). Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions <https://science.sciencemag.org/content/323/5910/122>
- [4] PINK, DANIEL. (2010). La sorprendente verdad sobre qué nos motiva.
- [5] VICKREY, TRISHA ET AL. (2014). Research-Based Implementation of Peer Instruction: A Literature Review <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25713095>

## 20. Uma abordagem à existência e unicidade de soluções de um problema diferencial fracionário usando a teoria do ponto fixo

*Anabela S. Silva*

[An approach to the existence and uniqueness of solutions for a fractional differential problem using fixed point theory](#)

Anabela S. Silva

*anabela.silva@ua.pt*

*CIDMA - Centro para a Investigação em Matemática e Aplicações, Universidade de Aveiro, Portugal*

Luís P. Castro

*castro@ua.pt*

*CIDMA - Centro para a Investigação em Matemática e Aplicações, Universidade de Aveiro, Portugal*

### Abstract

In this work, we investigate a class of differential equations of fractional order with initial/boundary conditions. Based mainly on integral inequalities and some fixed point theorems, we identify conditions that guarantee the existence and uniqueness of solution for the problem under study. At the end, some general ideas for the Ulam-Hyers and Ulam-Hyers-Rassias stabilities can be given.

### Referencias

- [1] CASTRO, L.P., SILVA, A.S. On the solution and Ulam-Hyers-Rassias stability of a Caputo fractional boundary value problem, *Mathematical Biosciences and Engineering*, 19(11), 10809-10825 (2022).
- [2] KILBAS A.A., SRIVASTAVA H.M., TRUJILLO J.J. *Theory and Applications of Fractional Differential Equations*, Elsevier, Amsterdam (2016).
- [3] ZHAI, C., XU, L. Properties of positive solutions to a class of four-point boundary value problem of Caputo fractional differential equations with a parameter, *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.*, 19, 2820-2827 (2014).
- [4] YANG, C., ZHAI, C. Uniqueness of positive solutions for a fractional differential equation via a fixed point theorem of a sum operator, *Electron J. Differ. Equ.* 70, 1-8 (2012).

## 21. Uso da Matemática Financeira em Pequenos Consórcios Brasileiros

*Antonio Torelli Neto*

[Use of Financial Mathematics in Small Brazilian Consortia](#)

Antonio Torelli Neto

*antoniotorrellineto11@gmail.com*

*Curso de Matemática da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Dourados, Dourados-MS, Brasil*

C.E. Rubio-Mercedes

*cosme@uems.br*

*Cursos de Matemática e Engenharia Física da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Dourados, Dourados-MS, Brasil*

### Abstract

Este trabalho tem como finalidade, orientar o cidadão comum a exercer seus direitos com conhecimento em matemática financeira, para evitar que sejam lesados por instituições financeiras e comércio. Passamos por temas iniciais e de ordem lógica: juros simples, juros composto e sistemas de amortizações. Cada um deles tem exemplos práticos e com auxílio de figuras e tabelas, para facilitar a aprendizagem. O tema de sistemas de amortizações, é o mais importante, pois com eles pode ser calculado as prestações, juro e amortização, de uma aplicação financeira, para aquisição de um bem ou serviço. Portanto o consumidor estará preparado para calcular e identificar o melhor plano para seu capital.

### Referencias

- [1] VALVANDO DA SILVA, CONRADO, *Matemática financeira no cotidiano dos brasileiros*, UFSCAR, 2021.
- [2] BARBOSA CALDAS FILHO, OSMANDO, *Matemática financeira no cotidiano - um estudo de caso*, UFBA, 2016.
- [3] DUTRA VIERA SOBRINHO, JOSÉ, *Matemática financeira*, 3. Ed. Editora: Atlas, 1986.
- [4] CARLOS LAPPONI. JUAN, *Matemática financeira: redesenho organizacional para crescimento e desempenhos máximos*, 2. Ed. Editora: Elsvier editora Ltda. 2005.

## 22. On some parabolic problems in domains with small holes

*Elaine Andressa Tavares de Lima*

On some parabolic problems in domains with small holes

Elaine Andressa Tavares de Lima

*elaine.tavares@unesp.br*

*Departamento de Matemática, IBILCE-Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto, SP, Brazil*

### Abstract

In this work we study a class of parabolic problems in a domain with small holes whose size is proportional to a small positive parameter  $\varepsilon$ . For each  $\varepsilon$  fixed we prove the existence of global attractor in  $H_0^1$ . Also, we get the rate of the convergence of the resolvent operators when  $\varepsilon$  goes to zero.

## Referencias

- [1] BORISOV, D. I. Mukhametrakhimova, A. I. *The norm resolvent convergence for elliptic operators in multi-dimensional domains with small holes*, J. Math. Sci.(N.Y.) 232 (2018), no. 3, Problems in mathematical analysis. No. 92 (Russian), 283–298.
- [2] CHOLEWA, J. W. DLOTKO, T. *Global attractors in abstract parabolic problems*, Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [3] LADYZHENSKAYA, O. A., URALTSEVA, NN. *Linear and Quasilinear Elliptic Equations*, Academic Press, New York etc. (1968).

## 23. Principios de descarte en optimización supermodular y quasisupermodular

*Nelson Aragonés Salazar*

[Discarding principles in supermodular and quasisupermodular optimization](#)

Nelson Omar Aragonés Salazar  
[naragones@unitru.edu.pe](mailto:naragones@unitru.edu.pe)

*Departamento de Matemática, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú*

### Abstract

Se presentan principios de descarte para solucionar los problemas de minimización y maximización de funciones quasisupermodulares y supermodulares definidas en la familia de subconjuntos de un conjunto finito dado; estos principios se generalizan hasta un retículo finito relativamente complementado. Este trabajo extiende los resultados obtenidos por V.P. Cherenin, V.R. Jachatúrov y R.V. Jachatúrov para el caso de funciones supermodulares.

## Referencias

- [1] ARAGONÉS SALAZAR, N.O., *Minimización de Funciones Supermodulares en un retículo finito relativamente complementado*, Selecciones Matemáticas, Vol 04(02): 175-176 (2017).
- [2] ARAGONÉS SALAZAR, N.O., *Minimización y Maximización de Funciones Casisupermodulares*, Selecciones Matemáticas, Vol 05(02): 204-211 (2018).
- [3] JACHATÚROV, V. R., *Métodos Combinatorios y Algoritmos para la solución de problemas de optimización discreta de gran escala*, Nauka, Moscú, (2000).



## 24. Continuidad residual de atractores pullback de la ecuación de oscillon fraccional

Rodiak Figueroa López

Residual continuity of pullback attractors of fractional oscillon equations

Rodiak Figueroa López  
rodiak@dm.ufscar.br

Departamento de Matemática, UFSCar-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brazil

### Abstract

Considere la ecuación de onda amortiguada no autónoma:

$$\begin{cases} u_{tt} + \omega(t)u_t - \mu(t)\Delta u = f(u), & x \in \Omega, t > \tau, \\ u(x, t) = 0, & x \in \partial\Omega, t \geq \tau, \\ u(x, \tau) = u_\tau(x), u_t(x, \tau) = v_\tau(x), & x \in \Omega, \end{cases} \quad (24.2)$$

donde  $\Omega$  es un dominio acotado suave en  $\mathbb{R}^N$ ,  $N \geq 3$  y  $f \in C^1(\mathbb{R})$  satisfaz condición de decrecimiento y disipatividad. Los coeficientes  $\omega$  y  $\mu$  satisfazan condiciones adecuadas, para la existencia global y unicidad de las soluciones (ver [2]).

En este trabajo estudiamos las propiedades de convergencia de los atractores pullback con respecto al orden de las ecuaciones del oscillon fraccionario, es decir, estudiamos las ecuaciones del oscillon semilineal disipativo de rápido crecimiento como un problema limitante de las ecuaciones semilineales, siendo la parte principal las potencias fraccionarias de los operadores de oscillon. Mostramos que la familia de atractores pullback asociados con estos problemas de aproximaciones se comportan de forma semicontinua superior y también mostramos un resultado de continuidad de los atractores pullback con respecto al orden de las ecuaciones del oscillon fraccionario en cada punto de un subconjunto residual denso del intervalo  $[0, 1]$  (ver [1]).

Este trabajo es junto a los profesores Dr. Marcelo J. D. Nascimento (UFSCar, Brasil) y Dr. Flank D. M. Bezerra (UFPB, Brasil).

Este trabajo es financiado por la CAPES (Finance Code 001/2019), Brasil.

### Referencias

- [1] F. D. M. BEZERRA, R. N. FIGUEROA-LÓPEZ AND M. J. D. NASCIMENTO. *Fractional oscillon equations: continuity properties of attractors with respect to order of the equations*, Nonlinearity (2022), Aceptado.
- [2] F. D. M. BEZERRA, R. N. FIGUEROA-LÓPEZ AND M. J. D. NASCIMENTO. *Fractional oscillon equations; solvability and connection with classical oscillon equations*, Communications on Pure & Applied Analysis, **20** (2021), 2257-2277.

## 25. Compactificación de Poincaré y singularidades de campos de vectores lineales por partes en $\mathbb{R}^3$

*Gerard Alva Morales*

Compactificación de Poincaré y singularidades de campos de vectores lineales por partes en  $\mathbb{R}^3$

Gerard John Alva Morales  
*jgerardao@gmail.com*  
CCET-UFMA, São Luis, Brasil

### Abstract

Será dado un estudio introducción de ciertos campos vectoriales  $X$  en  $\mathbb{R}^3$ , de manera que, considerada una partición de  $\mathbb{R}^3$  por células  $\Omega$ , el campo  $X$  se escribe de la siguiente forma

$$X(x) = Ax + B, \quad x \in \Omega$$

donde  $A$  y  $B$  son matrices que dependen de los parámetros y coeficientes de  $X$ .

En este estudio incluiremos una expresión de la compactificación de Poincaré  $\mathcal{P}(X)$  y también, en coordenadas adecuadas, daremos una expresión para este campo en el infinito  $\mathbb{S}^2$ .

Dando así, expresiones similares a las obtenidas por los autores en [SG] para campos vectoriales lineales por partes en  $\mathbb{R}^2$ .

### Referencias

[SG] SOTOMAYOR J., GARCIA R. Structural stability of piecewise - linear vector fields. Journal of Differential Equations, (2003), 553-565.

## 26. Implementacao dos algoritmos genéticos para otimiacao de funcoes

*Karina Leonel Pereira de Souza*

Implementation of genetic algorithms for function optimization

Karina Leonel Pereira de Souza  
*karinaleonelps@gmail.com*  
Curso de Engenharia Física da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Dourados,  
Dourados-MS, Brasil  
C.E. Rubio-Mercedes  
*cosme@uem.br*  
Cursos de Matemática e Engenharia Física da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de  
Dourados, Dourados-MS, Brasil

### Abstract

Os algoritmos genéticos (AGs) são mecanismos heurísticos implementados computacionalmente, que utilizam operadores baseados na natureza, ou seja, as teorias sobre evolução tais como seleção natural e adaptação controlada pela sobrevivência dos indivíduos. Os AGs são probabilísticos e além de simplificar, também visam a flexibilidade para aplicações em diversas áreas. Para o desenvolvimento de um algoritmo heurístico é necessário definir o ambiente em que o sistema está em adaptação e a medida de desempenho ou função objetivo. Cada indivíduo da população é representado por um conjunto de bits chamado de cromossomo, que corresponde a apenas um ponto na solução do problema e é iniciado com uma população aleatória, que a cada iteração é melhorada de acordo com a aptidão de cada indivíduo da geração, passando pelos operadores de seleção, cruzamento e mutação. A ideia é encontrar máximos e mínimos de funções unidimensionais (1D) e bidimensionais (2D) que são difíceis de encontrar por métodos analíticos. Após o desenvolvimento dos códigos na plataforma Octave, são escolhidas funções problema com soluções conhecidas analiticamente, com o intuito de avaliar a eficiência dos AGs. Os gráficos dos resultados são validados e apresentados. Futuramente, é previsto o uso dos códigos desenvolvidos em problemas de aplicação na engenharia.

### Referencias

- [1] PAULO DE SOUZA SOBRINHO, *Algoritmos Genéticos Canônico e Elitista: Uma abordagem comparativa*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Rio Grande do Norte, Natal/RN 2014.
- [2] RAHMAT-SAMII, Y. AND MICHELSEN, E., *Electromagnetic Optimization by Genetic Algorithms*, Wiley Series in Microwave and Optical Engineering, JOHN WILEY and SONS, INC. Toronto, 1999.

## 27. Un problema para el p-Laplaciano con crecimiento crítico-subcrítico

*Mario Huaman Bolaños*

[On a semilinear p-Laplacian problem with critical-subcritical growth](#)

Mario Daniel Huaman Bolaños

*emdi@ufmg.br*

*Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, MG, Brazil*

### Abstract

En este trabajo, estudiamos el problema elíptico

$$\begin{cases} -\operatorname{div}(|\nabla u|^{p-2}\nabla u) = u^{q(x)-1}, & u > 0 \quad \text{in } G \subseteq \mathbb{R}^N, \quad 2 \leq p < N \\ u \in D_0^{1,p}(G), \end{cases}$$

donde  $G$  es  $\mathbb{R}^N$  o un dominio limitado, e  $q : G \rightarrow \mathbb{R}$  es una función continua asumiendo valores críticos y subcríticos en relación al p-Laplaciano.

## Referencias

- [1] ALVES, C., *Positive solutions to quasilinear equations involving critical exponent on perturbed annular domains*, Electronic J. of Differential Equations 13, (2005) 1–13.
- [2] ALVES, C., CARRIAO, P. Y MIYAGAKI, O., *Signed solution for a class of quasilinear elliptic problem with critical growth*, Commun. Pure Appl. Anal. 1 (2002) 531–545.
- [3] BREZIS, H. Y NIRENBERG, L., *Positive solutions of nonlinear elliptic equations involving critical Sobolev exponents*, Comm. Pure Appl. Math. **36** (1983) 437–477.
- [4] ERCOLE, G., *Absolute continuity of the best Sobolev constant*, J.Math. Anal. Appl. **404** (2013) 420-428.
- [5] LIU, J., LIAO, J., TANG, C., *Ground state solutions for semilinear elliptic equations with zero mass in  $\mathbb{R}^N$* , Electronic J. of Differential Equations 84, (2015) 1–11.
- [6] TALENTI, G., *Best constant in Sobolev inequality*, Ann Math. **110** (1976) 353–372.
- [7] WILLEM, M., *Minimax Theorems*, in: Progress in Nonlinear Differential Equations and Their Applications, vol. 24, Birkhäuser, 1996.

## 28. Estado del Arte de la programación lineal totalmente difusa *Richard Abramonte Rufino*

### State of the art of fully fuzzy linear programming

Richard Alexander Abramonte Rufino

*rabramonter@unp.edu.pe*

*Departamento Académico de Matemática - Universidad Nacional de Piura*

### Abstract

En este trabajo de investigación se presenta una revisión del estado del arte de un tipo de programación matemática difusa, denominada Programación Lineal Totalmente Difusa (FFLP), donde algunas o todas las variables de decisión, así como los parámetros pueden ser imprecisos. La imprecisión se representa por números difusos. La revisión de trabajos de investigación se enfoca entre los años 2006 hasta la actualidad en bases de datos de acceso libre y de pago. El propósito de esta revisión es identificar y reconocer métodos de programación lineal totalmente difusos, para resolver modelos de optimización cuando presentan incertidumbre.

## Referencias

- [1] GHANBARI, R., GHORBANI-MOGHADAM, K., MAHDAVI-AMIRI, N., & DE BAETS, B. (2020). *Fuzzy linear programming problems: models and solutions*. Soft Computing, 24(13), 10043-10073. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04519-w>.

- [2] NASSERI, S. H., BEHMANESH, E., TALESHEAN, F., ABDOLALIPOOR, M., & TAGHI-NEZHAD, N. A. (2013). *Fully fuzzy linear programming with inequality constraints*. International Journal of Industrial Mathematics, 5(4), 309-316.

## 29. Una versión dinámica para análisis no paramétrico y multidireccional

*Kelly Patricia Murillo*

[A dynamic version for non-parametric and multidirectional analysis](#)

Kelly Patricia Murillo  
kellymurillo@ua.pt

*Center for Research and Development in Mathematics and Applications (CIDMA), Department of Mathematics, University of Aveiro, Portugal*

### Abstract

Este estudio propone un modelo dinámico para medir eficiencia de unidades de decisión, con base en el Análisis de Eficiencia Multidireccional (*MEA*). Es conocido que los sistemas convencionales de evaluación de eficiencia presentan poca diversidad en el tipo de entradas-salidas, que generalmente, conducen a errores en la aplicación de los modelos e posterior interpretación de resultados obtenidos. El modelo aquí propuesto, considera una estructura completa, que incluye variables inter temporales (entradas y salidas intermediarias deseables e indeseables), entradas discretas y no-discretas; entradas y salidas deseables e indeseables. La puntuación *MEA* dinámica, se introduce considerando rendimientos variables a escala (VRS) y es definida bajo dos enfoques, en una versión específica y luego en una forma más general con clases de problemas de optimización. La contribución direccional de cada variable es examinada, dejando en evidencia el exceso de insumos y el déficit de productos. Además, son introducidos índices de ineficiencia dinámica para entradas deseables e indeseables, que permiten medir el número de veces en el que cada variable fue utilizada de manera ineficiente.

### Referencias

- [1] BOGETOFT, P., HOUGAARD, J.L., *Super efficiency evaluations based on potential slack*, *European Journal of Operational Research*, 152(1), 14–21, 2004.
- [2] ASMILD M., PASTOR J.T., *Slack free MEA and RDM with comprehensive efficiency measures*, *Omega*, 38(6), 475–483, 2010.

### 30. Funciones casi periódicas en varias variables y aplicaciones

*Alan Chávez Obregón*

Almost periodic functions of several variables and applications

Alan Chávez Obregón

ajchavez@unitru.edu.pe

*Instituto de Investigación en Matemáticas, Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú,*

*Trabajo financiado por proyecto fondecyt 038-2021*

#### Abstract

En este trabajo, presentamos y analizamos nuevos tipos de funciones casi periódicas en varias variables, a saber:  $(R_X, \mathcal{B})$ -funciones casi periódicas,  $\mathcal{B}$ -funciones casi periódicas de Bohr,  $\mathcal{B}$ -funciones casi periódicas uniformemente recurrentes,  $\mathcal{B}$ -funciones casi periódicas en el sentido fuerte, donde  $R_X$  es una colección no vacía de sucesiones en  $\mathbb{R}^n \times X$ ,  $\mathcal{B}$  denota una colección no vacía de subconjuntos no vacíos de  $X$  y  $X$  es un espacio de Banach. Presentamos sus principales caracterizaciones, teoremas de composición y su invariancia bajo productos de convolución. Luego, proporcionamos varias aplicaciones de nuestros resultados teóricos a ecuaciones diferenciales parciales, principalmente a la ecuación de Hamilton-Jacobi y a ecuaciones integrales abstractas en espacios de Banach.

Este es un trabajo en conjunto con Kamal Khalil (University of Le Havre Normandie), Marko Kostic (University of Novi Sad) y Manuel Pinto (Universidad de Chile).

#### Referencias

- [1] CHÁVEZ, A., KHALIL, K., KOSTIC, M., Y PINTO, M., *Almost periodic functions of several variables and applications.*, Sometida, (2022).
- [2] CHÁVEZ, A., KHALIL, K., KOSTIC, M., Y PINTO, M., *Multi-dimensional almost automorphic type functions and applications.*, Bull Braz Math Soc, N.S., pp. 801-851, (2022).
- [3] DIAGANA, T., *Almost Automorphic Type and Almost Periodic Type Functions in Abstract Spaces.*, Springer International Publishing, (2013).
- [4] PANOV, E. YU., *On Almost Periodic Viscosity Solutions to Hamilton-Jacobi Equations.*, Minimax Theory and its applications, (2) 5, 383-400 (2020)
- [5] ZAIDMAN, S., *Almost Periodic Functions in Abstract Spaces*, Longman Higher Education, (1985).

### 31. Cálculo do Calor em uma Placa Estreita com Espessura Tendendo a Zero

*JUNIOR, Ozias Dias Freitas*

Calculation of Heat in a Narrow Plate with Thickness tending to Zero

JUNIOR, Ozias Dias Freitas

oziasdias29@gmail.com

*Curso de Engenharia Física da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de Dourados,  
Dourados-MS, Brasil*

C.E. Rubio-Mercedes

cosme@uemms.br

*Cursos de Matemática e Engenharia Física da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade de  
Dourados, Dourados-MS, Brasil*

### Abstract

Na modelagem matemática de fenômenos naturais, é comum presumir que certas grandezas são desprezíveis comparadas a outras. As grandezas desprezíveis existem tanto quanto as outras e a matemática deve levar isso em conta, por meio da noção de limite: se  $\epsilon$  existe no modelo matemático, o que podemos dizer ao fazermos  $\epsilon$  se aproximar de zero ( $\epsilon \rightarrow 0$ )? Em cada caso, explicar o significado que se dá para “quando fazemos  $\epsilon \rightarrow 0$ ” é explicar o que será entendido por “desprezar  $\epsilon$ ”. O que consideramos neste projeto apoia-se em resultados importantes já estabelecidos. Objetivamos a análise numérica, via FEM, do problema de fluxo de calor 2D em uma placa metálica estreita cuja espessura se aproxima de zero. Verificar numericamente as hipóteses teóricas que existem na literatura, as quais afirmam que ao fazermos a espessura se aproxima de zero cada vez mais, o problema se torna num problema de calor 1D, ou seja, cálculo do fluxo do calor em um fio. Inicialmente definimos o método analítico para a equação de calor 1D e seguimos para a resolução do problema no software FreeFem++-cs, declarando as variáveis e as condições iniciais. Implementamos as condições de contorno e domínio, construímos a malha e resolvemos o problema numericamente. A partir da análise dos resultados foi possível constatar que a condução de calor em placas pode ser satisfatoriamente modelada e prevista através do FEM, pois os resultados foram precisos quando comparados aos analíticos. Assim, o método apresentou-se como excelente alternativa para a solução de problemas relacionados à natureza térmica em Engenharia.

### Referencias

- [1] NASCIMENTO, V. M.; SILVA, R. P. (2019)., *O Que esperar do Calor em uma Placa Estreita?*, Matemática Universitária no 50/51, IGCE/UNESP.
- [2] ANDRADE, C. R; ZAPAROLI, E. L. (1999), *Condução de Calor Bidimensional com Condutividade Térmica Dependente da Temperatura*, VIII Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA, 2002, São José dos Campos, SP. Anais do VIII Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA, 2002. p. 61-66.

## 32. Optimización: un enfoque geométrico usando *Mathematica* *Mariano González Ulloa*

Optimization: a geometric approach using *Mathematica*

Mariano González Ulloa

mgonzal@pucp.edu.pe

*Departamento de Ciencias, Pontificia Universidad Católica del Perú*  
Roy Sánchez Gutiérrez  
*rwsanche@pucp.edu.pe*  
*Departamento de Ciencias, Pontificia Universidad Católica del Perú*

### Abstract

La finalidad de la presente propuesta es mostrar, mediante el método gráfico, la solución de ciertos problemas de optimización matemática con o sin restricciones, para funciones objetivo definidas en un espacio de dos o tres dimensiones. Con esta finalidad se expondrá, de manera ligera pero precisa, las condiciones y los resultados algebraicos necesarios que garanticen la existencia de la solución de un problema de optimización. El método gráfico se desarrollará en un ambiente de geometría dinámica usando el software Mathematica.

### Referencias

- [1] BOYD, STEPHEN; VANDENBERGHE, LIEVEN. *Convex Optimization*. Cambridge University Press. 2004.
- [2] CHRISTODOULOS A. FLOUDAS, PANOS M. PARDALOS. *Encyclopedia of Optimization*. 2nd Edition. Springer. 2009.
- [3] GOBERNA, MIGUEL ÁNGEL. *Optimización Lineal*. Editorial Mc Graw Hill, 2004, España.
- [4] GONZÁLEZ, M. *Cálculo Integral en varias variables*. Editorial PUCP. Lima, Perú 2017
- [5] LUENBERGER, DAVID. *Programación lineal y no lineal*. Editorial Addison Wesley Iberoamerica, S. A. 1989, Delaware E. U. A.
- [6] OSORIO A., JAVIER. *Problemas de Programación Lineal*: Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Servicio de publicaciones. (1999).
- [7] SOLER F., FRANCISCO; MOLINA F., FABIO; ROJAS C., LUCIO . *Álgebra Lineal y programación lineal con aplicaciones de ciencias Administrativas, contables y financieras*. ECOE Ediciones : México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- [8] Wolfram *Mathematica* 13.0.1.0

### 33. Heurística de distancias y demandas para resolver el problema del ruteo de vehículos multidepósito

*Rósulo Hilarión Pérez Cupe*

[Distance and demand heuristic to solve the multi-depot vehicle routing problem](#)

Rósulo Hilarión Pérez Cupe  
*rperezc@uni.edu.pe*

*Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería*



### Abstract

Se presentan el problema del ruteo de vehículos multidepósito como un modelo matemático de programación entera mixta y una propuesta de heurística basada en demandas y distancias para encontrar una solución factible para el problema del ruteo de vehículos multidepósito, la cual será sometida adicionalmente a heurísticas de mejora para acercarse lo mas que se pueda a las mejores soluciones conocidas hasta el momento en la literatura.

### Referencias

- [1] T. H. CORMEN, C. E. LEISERSON, R. L. RIVEST, AND C. STEIN. *Introduction to algorithms*. MIT press, 2009
- [2] Y. SHI, L. LV, F. HU Y Q. HAN. *A heuristic solution method for multi-depot vehicle routing-based waste collection problems*. Applied Sciences, 10(7):2403, 2020
- [3] P. STODOLA. *Using metaheuristics on the multi-depot vehicle routing problem with modified optimization criterion*. Algorithms, 11(5):74, 2018
- [4] P. SUREKHA AND S. SUMATHI. *Solution to multi-depot vehicle routing problem using genetic algorithms*. World Applied Programming, 1(3):118–131, 2011

## 34. Existencia del limite en temperatura cero de estados de equilibrio en shift de Markov transitivos

*Rusbert Calderón Beltrán*

[Existence of the zero-temperature limit of equilibrium states on topologically transitive countable Markov shifts](#)

Rusbert Calderón Beltrán

*rusbert.unt@gmail.com, ecalderonb@unjbg.edu.pe*

*Departamento de Matemática, UNJBG-Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú*

### Abstract

Consideramos un shift de Markov transitivo con alfabeto numerable  $\Sigma$  y un potencial de Markov sumable  $\phi$  con presión de Gurevich finita y  $\text{Var}_1(\phi) < \infty$ . Probamos la existencia del limite  $\lim_{t \rightarrow \infty} \mu_t$  en la topología débil\*, donde  $\mu_t$  es el único estado de equilibrio asociado al potencial  $t\phi$ . Además, presentamos ejemplos donde el limite en temperatura cero existe para potenciales satisfaciendo condiciones más generales.

### Referencias

- [1] BELTRÁN, E., LITTIN, J., MALDONADO, C., & VARGAS, V., (2022). *Existence of the zero-temperature limit of equilibrium states on topologically transitive countable Markov shifts*. Ergodic Theory and Dynamical Systems, 1-24. doi:10.1017/etds.2022.65.

- [2] BISSACOT, R., & FREIRE, R. D. S., (2014). *On the existence of maximizing measures for irreducible countable Markov shifts: a dynamical proof*. Ergodic Theory and Dynamical Systems, 34(4), 1103-1115.
- [3] FREIRE, R., & VARGAS, V., (2014). *Equilibrium states and zero temperature limit on topologically transitive countable Markov shifts*. Transactions of the American Mathematical Society, 370(12), 8451-8465.
- [4] KEMPTON, T., (2011). *Zero temperature limits of Gibbs equilibrium states for countable Markov shifts*. Journal of Statistical Physics, 143(4), 795-806.

### 35. Sobre la existencia de solución de una ecuación tipo Schrödinger generalizado en $P'$

Yolanda Silvia Santiago Ayala

On existence of solution of a generalized Schrodinger type equation in  $P'$

Yolanda Silvia Santiago Ayala  
ysantiagoa@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

#### Abstract

In this work, we study the existence of the solution of the homogeneous generalized Schrodinger type equation in the periodic distributional space  $P'$ . Also, we prove that the solution is unique and depends continuously respect to the initial data in  $P'$ . We introduce a family of weakly continuous operators and we prove that this family is a semigroup in  $P'$ .

Finally, with this family of operators, we get a fine version of the existence and dependency continuous theorem obtained.

#### Referencias

- [1] IORIO, R. AND IORIO, V., *Fourier Analysis and partial differential equation*, Cambridge University, 2001.
- [2] SANTIAGO AYALA, Y. AND ROJAS, S., *Existencia y regularidad de solución de la ecuación de Schrödinger no homogénea en espacios de Sobolev Periódico*. Selecciones Matemáticas. 2021; 08(01):37- 51.
- [3] SANTIAGO AYALA, Y., *Results on the well posedness of a distributional differential problem*. Selecciones Matemáticas. 2021; 08(02):348-359.
- [4] SANTIAGO AYALA, Y., *Existencia de solución de un problema distribucional para una ecuación de Schrödinger generalizada*. Selecciones Matemáticas. 2022; 9(01):24-34.

### 36. Ecuación de Schrödinger homogénea versus no homogénea

*Carlos Guzman Jimenez*

[Homogeneous versus inhomogeneous Schrödinger equation](#)

Carlos Manuel Guzman Jimenez

*carlos.guz.j@gmail.com*

*Departamento de Matematica, Universidade Federal Fluminense, Niteroi, RJ, Brazil*

#### Abstract

In this talk we discuss recent results about the homogeneous and inhomogeneous nonlinear Schrödinger equation. We will compare the well-posedness as well as asymptotic behavior results of these models. Moreover, we discuss open problems.

#### Referencias

- [1] GUZMAN, C. M., *On well posedness for the inhomogeneous nonlinear Schrodinger equation*, Nonlinear Anal. Real World Appl., 37:249-286, 2017.
- [2] GUZMAN, C. Y FARAH, L., *Scattering for the radial 3D cubic focusing inhomogeneous nonlinear Schrodinger equation*. Journal of Differential Equations, 262(8):4175-4231, 2017.
- [3] GUZMAN, C. Y MURPHY, J., *Scattering for the nonradial energy critical inhomogeneous NLS* . Journal of Differential Equations, 187-210, 2021.

### 37. Perturbación de un modelo de control biológico de la malaria considerando competencia de especies

*Marco Tamariz Milla*

[Disturbance of a malaria biological control model considering species competition](#)

Marco A. Tamariz Milla

*pcmamtam@upc.edu.pe*

*Universidada Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú*

## 38. Representaciones convexas de la función valor y la integral de Aumann en espacios normados

*Fabián Flores-Bazán*

Convex representatives of the value function and Aumann integrals in normed spaces

Fabián Flores-Bazán

*fflores@ing-mat.udec.cl/faflores@udec.cl*

*Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Concepción, Av Esteban Iturra S/N, Concepción - Chile*

Abderrahim Hantoute

*hantoute@ua.es*

*Departamento de Matemáticas, Universidad de Alicante, Alicante - España*

### Abstract

Dado un problema de optimización del tipo integral, no convexo, definida en un espacio infinito dimensional, se propone algunas representaciones convexas de la función valor asociada a tal problema. Todas las variables involucradas toman valor en un espacio normado de dimensión infinita, no necesariamente separable ni completo; la medida asociada es  $\sigma$ -finita, nonnegativa, no atómica y completa. Esto, en particular, muestra que la envolvente cerrada de la función valor es siempre convexa, en tanto el sentido de la integral que aparece en la restricción y el sentido de cerradura para la función valor son determinadas apropiadamente. También se presentan propiedades de convexidad de la integral de Aumann en dimensión infinita también sólo en espacios normados. En la última parte, se establecen algunas aplicaciones en el contexto homogéneo. Los resultados aparecen en [3]; mientras una versión finito dimensional se encuentra en [1], y el caso cuadrático se estudia en [2].

*Investigación parcialmente financiada por ANID-Chile via FONDECYT 1212004 and Basal FB 210005; por MICIU-España y Universidad de Alicante (Beatriz Galindo BEA-GAL 18/00205), Proyectos PGC2018-097960-B-C21 del MICINN- España y AICO/2021/165 de la Generalitat Valenciana.*

### Referencias

- [1] F. FLORES-BAZÁN; A. JOURANI; G. MASTROENI, “On the convexity of the value function for a class of nonconvex variational problems: existence and optimality conditions”, *SIAM Journal on Control and Optimization*, **56** No 2 (2014), 3673–3693.
- [2] F. FLORES-BAZÁN; L. GONZÁLEZ-VALENCIA, “Characterizing existence of minimizers and optimality to nonconvex quadratic integrals”, *J. Optimization Theory and Applications*, **188** No 2 (2021), 497–522 .
- [3] F. FLORES-BAZÁN; A. HANTOUTE, “Convex representatives of the value function and Aumann integrals in normed spaces”, *SIAM J. Optim.*, **32** No 4 (2022), 2773–2796.

## 39. La metáfora como mecanismo cognitivo en la matemática clásica

*Pablo Aguilar Marín*

The metaphor as a cognitive mechanism in classical mathematics

Pablo Aguilar Marín

*paguilar@unitru.edu.pe*

*Universidad Nacional de Trujillo, Perú*

### Abstract

Los progresos en la ciencia cognitiva, en la computación neuronal, están cambiando radicalmente nuestra comprensión del cerebro y su relación con la mente y con nuestro lenguaje. La metáfora conceptual es un mecanismo cognitivo que nos permite razonar acerca de una cosa como si fuera otra. Es un proceso central en el pensamiento cotidiano; es el medio básico con el que se hace posible el pensamiento abstracto. Se emplea metáforas como un mecanismo para conceptualizar nociones abstractas en términos concretos basados en nuestro sistema sensorial-motor. En este trabajo se presenta y discute casos de matemática clásica donde el pensamiento matemático hace uso de metáforas conceptuales mapeando la estructura inferencial de un dominio conceptual a otro dominio conceptual (por ejemplo, de la aritmética a la geometría). Identificar y analizar las metáforas matemáticas permite desvelar la naturaleza de la matemática. Pueden surgir confusiones y aparentes paradojas cuando las metáforas no son reconocidas como tales y son tomadas como verdades literales. Se argumenta que las metáforas conceptuales representan una alternativa para proporcionar comprensión y significado a los objetos matemáticos. Esto porque en la matemática, es posible demostrar una importante y profunda verdad matemática, pero sin comprenderla en absoluto; proveer de comprensión no es un asunto de solamente definiciones puramente formales, axiomas, teoremas y pruebas; saber cómo se demuestra algo no necesariamente implica que se ha entendido el significado de lo que se demuestra.

**Palabras clave:** metáfora conceptual, ciencia cognitiva, comprensión matemática, matemática clásica.

### Referencias

- [1] AMIN T. AND JEPSSON F. 2015. Conceptual metaphor and embodied cognition in science learning: Introduction to special issue. *International Journal of Science Education*, 37(5-6): 745-758.
- [2] EDWARDS L. D. 2002. The nature of mathematics as viewed from cognitive science, *European research in mathematics education III*, Thematic Group 1.
- [3] ERNEST P. 2010. Mathematics and Metaphor A Response to Elizabeth Mowat, Brent Davis, *Complicity: An International Journal of Complexity and Education*. (Mathematics and Metaphor (researchgate.net))
- [4] GODINO J. D. 1997. Mathematical concepts, their meanings, and understanding, *Proceedings of XX Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. (v.2, pp. 417-425). Universidad de Valencia.
- [5] LAKOFF G. AND NUÑEZ R. E. 2000. *Where Mathematics Comes From, How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*, Basic Books, New York.
- [6] LAKOFF G. 2005. *The Cognitive Foundations of Mathematics: The Role of Conceptual Metaphor*, *Handbook of Mathematical Cognition* New York: Psychology Press J. Campbell (Ed.).
- [7] LAKOFF G. 2008. *The neural theory of metaphor*, *The metaphor handbook*, Cambridge University Press.