

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

9 and 10, January, 2025

Trujillo - Perú



- Abstracts -
- Resúmenes -

National University of Trujillo

Grupo de Modelación y Simulación Matemática
Vicerrectorado Académico



Comité Organizador

*Grupo de Modelación y Simulación Matemática
Universidad Nacional de Trujillo
Vicerrectorado Académico, UNT*

Comité Editorial:

Luis Lara Romero

Franco Rubio López

web: https://mateapliunt.edu.pe/xviii_fast/

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
- Obidio Rubio Mercedes - Universidad Nacional de Trujillo - Perú
- Luis Collantes Santisteban - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Perú
- Jorge Rebaza Vásquez - Missouri State University -USA
- Luis Aguirre Castillo - Universidad Autónoma Metropolitana - México
- Alexis Rodriguez Carranza - Universidad Nacional de Trujillo - Perú

Comité Organizador

Comité Organizador Principal

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

Comité Organizador Local

Daniel Arteaga Blas	martega@unitru.edu.pe
Ronald León Navarro	rleon@unitru.edu.pe
Rosario Delgado Vásquez	rdelgado@unitru.edu.pe
Jony Dionicio Vereau	jdionicio@unitru.edu.pe
Franco Rubio López	frubio@unitru.edu.pe
Azucena Zavaleta Quipuscoa	szavaleta@unitru.edu.pe
Maria Cotrina León	mcotrina@unitru.edu.pe
Orlando Hernandez Bracamonte	ohernandez@unitru.edu.pe
José Luis Ponte Bejarano	jponteb@unitru.edu.pe
Juan Carlos Ponte Bejarano	jponte@unitru.edu.pe
José Luis Peralta Lujan	jperalta@unitru.edu.pe
Rocio del Pilar Rojas Jara	rrojasja@unitru.edu.pe
Alexis Rodriguez Carranza	arodriguezca@unitru.edu.pe

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** de manera virtual con la presentación de 57 ponencias de expositores nacionales e internacionales.

El 05 y 06 de Enero del 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) y la revista *Selecciones Matemáticas* organizaron el **XVI International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics** de manera virtual con la presentación de 57 ponencias de expositores nacionales e internacionales.

El 04 y 05 de Enero del 2024 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) y la revista *Selecciones Matemáticas* organizaron el **XVII International Fast Workshop on Applied and Computational Mathematics** de manera virtual.

La Comisión Organizadora

Objetivos

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

1. **Difundir el conocimiento matemático a nivel global y regional:** Promover la divulgación de la matemática para analizar el estado del arte y su impacto en el ámbito académico, científico y tecnológico a nivel regional y mundial.
2. **Resaltar las aplicaciones de la matemática en diversas disciplinas:** Demostrar cómo las matemáticas contribuyen al desarrollo de diferentes áreas del conocimiento, desde las ciencias naturales y sociales hasta la tecnología y la industria.
3. **Concienciar a instituciones y organismos sobre la importancia de la matemática:** Sensibilizar a universidades, centros de investigación y entidades públicas y privadas sobre el papel crucial de las matemáticas en el avance de las investigaciones y el desarrollo tecnológico.
4. **Impulsar la creación y uso de modelos computacionales:** Motivar a especialistas y académicos a desarrollar y aplicar modelos matemáticos y computacionales para resolver problemas reales en diversas áreas del conocimiento.
5. **Fomentar el trabajo interdisciplinario:** Promover la formación de equipos de investigación interdisciplinarios que integren las matemáticas con otras ciencias periféricas, estimulando la colaboración y el desarrollo conjunto.
6. **Estimular la investigación en estudiantes:** Incentivar el interés de los estudiantes en la investigación científica en matemáticas y sus aplicaciones, apoyando su desarrollo como futuros investigadores.

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

1. Análisis Matemático de un Modelo Eco-epidemiológico incorporando Refugio en la Presa y competencia Intraespecífica en los Depredadores <i>Neisser Pino Romero</i>	1
2. Dinámica poblacional de un modelo Filippov-Gause depredador-presa con o sin competencia entre depredadores respecto a la densidad de presas <i>Christian Camilo Cortés García</i>	2
3. Minimizadores de cocientes de Rayleigh con exponente variable <i>Mario Daniel Huaman Bolaños</i>	3
4. Sobre el flujo de fluido del flux en fundición continua del acero <i>Marcos Zambrano Fernández</i>	4
5. Formas normales de campos vectoriales inducidos por acciones holomorfas del grupo $SL(2, \mathbb{C})$ sobre una variedad compleja <i>Benito Leonardo Ostos Cordero</i>	4
6. Resultados de convergencia global mejorados para el Método Lagrangeano aumentado con función de penalidad exponencial <i>Frank Navarro Rojas</i>	5
7. Ecuaciones clásicas de Boussinesq: algunos avances recientes <i>Marko Rojas Medar</i>	6
8. Una expansión en serie para la función periodo de un cierto sistema Hamiltoniano cuadrático en el plano <i>Gerard John Alva Morales</i>	6
9. Optimización topológica de estructuras utilizando la aproximación de Bernstein <i>Julio López</i>	7
10. Un algoritmo confiable y paralelo para el cálculo de ceros de funciones analíticas <i>Manuel Teodosio Toribio Cangana</i>	8
11. Condiciones para la existencia y unicidad de la solución de ecuaciones diferenciales parciales de orden fraccionario <i>Alfredo M. Jara G.</i>	9
12. Un modelo de Programación Lineal Totalmente Difuso que minimiza el máximo Retraso en un Problema de programación de Tareas en una Máquina simple <i>Richard Alexander Abramonte Rufino</i>	10
13. Forma Geométrica del Teorema de Hahn-Banach <i>Mariano A. González Ulloa</i>	11
14. El teorema de Cayley para grupos: una prueba categórica <i>Carlos Mejía Alemán</i>	12
15. Bifurcación de soluciones a través de una variedad de contacto en modelos bidispersos <i>Stefan Berres</i>	12
16. Proyección de grafos bipartitos para el análisis de la interacción hospedero-parásito <i>Itzel Domínguez Alemán</i>	13

17. Sobre los atractores para ecuaciones diferenciales parciales parabólicas en dominios con un agujero pequeño <i>German Lozada Cruz</i>	14
18. Propiedad de sombreamiento eventual para operadores lineales <i>Helmuth Villavicencio Fernández</i>	15
19. Un modelo eco-epidemiológico generalizado de orden fraccionario <i>Ilse Domínguez Alemán</i>	16
20. Ruteo de vehículos en tres etapas: Clusterización, MIP y TSP <i>Rósulo Hilarión Pérez Cupe</i>	17
21. Curvas y puntos racionales en superficies K3 <i>Rina Roxana Paucar Rojas</i>	17
22. El comportamiento límite de soluciones del problema del p-Laplaciano con términos de convección y exponencial <i>Julio Lanazca Vargas</i>	18
23. Un Modelo Matemático de la Polarización Ideológica en un Contexto de Expresión Asimétrica <i>Jorge Mauricio Ruiz Vera</i>	19
24. Teorema de Nagumo para um problema de valor inicial fracionário <i>Anabela S. Silva</i>	19
25. Pérdida extracrítica de la estabilidad y bifurcación en sistemas de ecuaciones diferenciales <i>Hugo Díaz Rodríguez</i>	20
26. Sobre la bifurcación de hipersuperficies espaciales con curvatura media constante en espacios-tiempo <i>Marco Antonio Lázaro Velásquez</i>	21
27. Aprendizaje basado en Problemas en la Estadística Descriptiva <i>Dimas Geovanny Vera Pisco</i>	22
28. Métodos de Optimización Eficientes en el Entrenamiento de Redes Neuronales <i>José Angel Vásquez-Coronel</i>	22
29. Índice de Morse de los Catenoides Capilares inmersos en la 3-Bola Unitaria Euclidianan <i>Wilson Berrocal Meza</i>	23
30. Existencia de solución para la modelización matemática de la dinámica vibracional del ADN con función relajante <i>Milton M. Cortez Gutiérrez</i>	24
31. Un Problema de control Óptimo para Placas Termoelásticas de Moore Ginson Thompson <i>José Angel Dávalos Chuquipoma</i>	25
32. Una ecuación parabólica no-lineal con un operador del tipo $p(b(u))$-Laplaciano <i>Eugenio Cabanillas Lapa</i>	26

33. Una caracterización de la estructura de los atractores uniformes <i>Rodiak Nicolai Figueroa López</i>	26
34. Análisis Predictivo de Anemia en niños menores de 5 Años en Perú mediante Regresión Logística Binaria en 2023 <i>Ronald Huayhua Huayhua</i>	27
35. Optimización Inteligente de Rutas de Entrega con Algoritmos Avanzados y Heurísticas <i>Micaela Mia Canales Cabanillas</i>	28
36. Categoría de modelos cerrada para ind-módulo <i>Norberto Jaime Chau Pérez</i>	28
37. Bifurcaciones de conjuntos sillas en sistemas semidinámicos <i>Luis Aguirre Castillo</i>	29
38. Modelamiento matemático del enverdecimiento de los cítricos <i>Elmith Cattelin Alva Vidal</i>	30
39. Autovalores del operador Laplaciano <i>Javier Damaso Leva Cordova</i>	31
40. En torno al centenario de la formulación del primer modelo depredador-presa. Revisión, innovaciones y perspectivas de una atrayente interrelación <i>Eduardo González-Olivares</i>	32
41. Modelado para conchas de Gasterópodos mediante Parametrización de Superficies <i>Mauro Alonso Tito Huamanhuilca</i>	33
42. Aplicaciones del Lema de Zorn <i>Fidel Eduardo Huayhuas Chipana</i>	34
43. Variedades flag simétricas y sus fibrados cotangentes como órbitas de grupos de Lie clásicos <i>Ada Carolina García Rojas</i>	35
44. Geometría y Regularización de Singularidades en Navier-Stokes: Un Enfoque desde el Teorema de Perelman <i>Hubert Roman Tello</i>	35
45. Existencia de solución del problema de Cauchy asociado a una ecuación de n-ésimo orden <i>Yolanda Silvia Santiago Ayala</i>	36
46. Teorema del Valor Medio para integrales fraccionarias temperadas <i>Jesús Pascual Avalos Rodríguez</i>	37
47. La propiedad de Mas-Collel y cuasi convexidad en optimización no convexa <i>Fabián Flores-Bazán</i>	38
48. Un marco para el desarrollo de diferencias miméticas <i>Miguel A. Dumett</i>	39
49. Dinámica de un modelo de población bajo efecto Allee e Inmigración denso–dependiente <i>Aaron Guajardo Alvarez</i>	39

50. Sales center location, green open vehicle routing for product transport in the urban context, and their future perspectives with the circular economy <i>José Rodríguez-Melquiades</i>	40
51. Simulación de la probabilidad de error tipo I empleando programación paralela <i>Francisco Novoa Muñoz</i>	41
52. Algunos modelos estocásticos en finanzas. Simulación con Python <i>Dennis Quispe Sanchez</i>	42
53. Aproximación de orden superior de la solución del sistema micropolar con amortecimiento no lineal por la solución de su parte lineal <i>Franco Manuel Diaz Vega</i>	42
54. Autoensamblaje de Coloides con Interacción Anisotrópica (Patchy Colloids) usando Simulaciones de Dinámica Browniana <i>Luis E. Cruzado Sánchez</i>	44



Conferences

1. Análisis Matemático de un Modelo Eco-epidemiológico incorporando Refugio en la Presa y competencia Intraespecífica en los Depredadores

Neisser Pino Romero

Mathematical Analysis of an Eco-Epidemiological Model Incorporating Prey Refuge and Intraspecific Competition Among Predators

Neisser Pino Romero

neisser.pino@unmsm.edu.pe

Facultad de Ciencias Matemáticas,

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Resumen

En el presente estudio, se desarrolla y analiza un modelo eco-epidemiológico que amplía el trabajo de Lazaar y Serhani (2023) al incorporar la dinámica de infección en las presas y su recuperación, y una estrategia de refugio que modifica la tasa de depredación, así como la competencia intraespecífica entre los depredadores. Se demuestra la existencia, unicidad y positividad de las soluciones del modelo, asegurando que estas sean uniformemente acotadas a largo plazo. El análisis cualitativo identifica múltiples puntos de equilibrio y establece condiciones para su estabilidad, mientras que el criterio de Dulac-Bendixon confirma la ausencia de ciclos límite. Las simulaciones numéricas revelan cómo la interacción entre la enfermedad, el refugio y la competencia intraespecífica afecta la dinámica poblacional, destacando la importancia de estos factores para una representación más precisa de las dinámicas poblacionales y la propagación de enfermedades en los ecosistemas.

Keywords: Ecología Matemática; Epidemiología Matemática; Modelo Depredador-Presa; Ecuaciones Diferenciales; Estado estacionario; Simulación computacional.

Referencias

- [1] Almanza-Vasquez, E. and Ortiz, R. and Marin-Ramirez, A.M. (2018). Stability in predator-prey system Lotka-Volterra model incorporating a prey refuge like the law of mass action. Contemporary Engineering Sciences, 2049-2057.
- [2] Lazaar, O. and Serhani, M. (2023). Stability and optimal control of a prey-predator model with prey refuge and prey infection. International Journal of Dynamics and Control, 11:1934-1951. DOI: 10.1007/s40435-022-01064-7
- [3] Xiao, Y. and Chen, L. (2001). Modeling and analysis of a predator-prey model with disease in the prey. Mathematical Biosciences, 171(1):59-82. DOI: 10.1016/S0025-5564(01)00049-9
- [4] Greenhalgh, D. and Khan, Q.J. and Al-Kharousi, F.A. (2020). Eco-epidemiological model with fatal disease in the prey. Nonlinear Analysis: Real World Applications, 53(103072). DOI: 10.1016/j.nonrwa.2019.103072

2. Dinámica poblacional de un modelo Filippov-Gause depredador-presa con o sin competencia entre depredadores respecto a la densidad de presas

Christian Camilo Cortés García

Population dynamics of a Filippov Gause predator-prey model with or without competition among predators with respect to prey density

Christian Camilo Cortés García

chrisort05@gmail.com

Departamento de Matemática, Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España

Resumen

En este trabajo exploramos la dinámica de dos nuevos modelos depredador-presa que incorporan la competencia entre depredadores en respuesta a variaciones en la abundancia de presas, lo que nos permite captar de forma más realista la interacción entre especies en condiciones de disponibilidad de presas. En particular, si los depredadores compiten entre ellos cuando el tamaño poblacional de presas está por debajo de su valor crítico, entonces el modelo que describe dicha dinámica podría tener equilibrios inestables y ningún equilibrio interior positivo, por lo que el punto tangente no regular sustituye el papel del equilibrio interior positivo, el cual puede o no estar rodeado por un ciclo límite asintóticamente estable. Por otro lado, y al contrario del primer modelo propuesto, si los depredadores compiten entre sí cuando el tamaño poblacional de la presa es mayor que su valor crítico, entonces su modelo propuesto tiene equilibrios interiores positivos que coexisten en ambos campos vectoriales, por lo que podría existir un ciclo límite asintóticamente estable alrededor de todos sus equilibrios interiores positivos.

Referencias

- [1] CORTÉS-GARCÍA, C., *Bifurcations on a discontinuous Leslie-Grower model with harvesting and alternative food for predators and holling II functional response*, Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, vol. 116, p. 106800, 2023.

- [2] CORTÉS-GARCÍA, C., *Bifurcations in a discontinuous leslie-gower model with harvesting and alternative food for predators and constant prey refuge at low density*, Mathematical Biosciences and Engineering, vol. 19, no. 12, pp. 14029-14055, 2022.
- [3] CORTÉS-GARCÍA, C., & HERNANDEZ J.D., *Population dynamics with protection and harvesting of a species*, Revista Colombiana de Matemáticas, vol. 56, no. 2, pp. 113-131, 2022.

3. Minimizadores de cocientes de Rayleigh con exponente variable

Mario Daniel Huaman Bolaños

Minimizers of Rayleigh quotient with variable exponent

Mario Daniel Huaman Bolaños

emdihb@gmail.com

Universidade Federal de Minas Gerais, Campus de Montes Claros, MG, Brazil

Resumen

En este trabajo, describimos los minimizadores de cocientes de Rayleigh con exponente variable usando métodos asintóticos. De esta manera, primero encontramos las ecuaciones de Euler-Lagrange asociadas a los problemas de minimización y después estudiamos su comportamiento asintótico mostrando las propiedades de sus soluciones.

Referencias

- [1] ALVES, C. , ERCOLE, G. Y HUAMAN BOLAÑOS, M., *Ground state solutions for a semilinear elliptic problem with critical-subcritical growth*, Advances in Nonlinear Analysis, 9(1), (2018) 108–123.
- [2] ERCOLE, G. Y PEREIRA, G. , *Asymptotics for the best Sobolev constants and their extremal functions*, Math. Nachr. **289** (2016) 1433–1449.
- [3] FRANZINA, G Y LINDQVIST, P. , *An eigenvalue problem with variable exponents*, Nonlinear Anal. **85** (2013) 1–16.
- [4] HYND, R. Y LINDGREN, E., *Extremal functions for Morrey’s inequality in convex domains*, Math. Ann. **375** (2019) 1721–1743.

4. Sobre el flujo de fluído del flux en fundición continua del acero

Marcos Zambrano Fernández

On the fluid flow of flux in continuous casting of steel

Marcos Zambrano Fernández

mzambrano@unab.edu.pe

Departamento de Ciencias Básicas, UNAB, Barranca - Lima, Perú

Resumen

El flujo del flux en el proceso de fundición continua es de relevancia para la industria del acero pues determina la calidad del producto final [1]. De ahí que un modelo matemático permite analizar la influencia de factores existentes en dicho proceso [2]. En el presente trabajo es investigado un modelo matemático de este flujo mediante las ecuaciones de Navier-Stokes usando el programa OpenFOAM [3] con el fin de determinar su naturaleza. Asimismo, Se resalta la importancia de OpenFOAM en la solución de las ecuaciones diferenciales parciales en la mecánica de fluídos [4].

Referencias

- [1] BLAND, D.R. , *Flux and the continuous casting of steel*, Journal of Applied Mathematics. 89-112, 1984.
- [2] VYNNYCKY M. AND ZAMBRANO M., *Towards a moving point formulation for the modelling of oscillation mark formation in continuous casting of steel*. Appl. Math Model. Vol 63. 243-265. 2018.
- [3] WELLER H.G., TABOR G. JASAK H. AND FUREBY C, *A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques*. Computers in Physics. Vol 12. 1998.
- [4] OPENCFD, *OpenFoam - the Open Source CFD Toolbox*. 2023.

5. Formas normales de campos vectoriales inducidos por acciones holomorfas del grupo $SL(2, \mathbb{C})$ sobre una variedad compleja

Benito Leonardo Ostos Cordero

Normal forms of vector fields induced by holomorphic actions of the group $SL(2, \mathbb{C})$ on a complex manifold

Benito Leonardo Ostos Cordero

bostosc@uni.edu.pe

benito@imca.edu.pe

Departamento Académico de Matemática, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Resumen

En este trabajo se estudian las acciones del grupo de Lie $SL(2, \mathbb{C})$ sobre una variedad compleja de dimensión mayor o igual a tres. Se demuestra que este tipo de acciones induce tres campos vectoriales holomorfos completos, uno de los cuales es periódico, y que existe una relación particular entre ellos, dada por el corchete de Lie, que genera una foliación holomorfa singular de codimensión dos. Posteriormente, se clasifican los tipos de singularidades y se obtienen las formas normales de estos campos en una vecindad de cada punto singular de la foliación.

Referencias

- [1] Camacho C. and Lins Neto A. *Geometric theory of foliations*, Birkhäuser Boston, INC. (1985).
- [2] Coutinho H. *Linearização de ações do grupo afim* Tesis doctoral, Rio de Janeiro, (2008).
- [3] Ostos, B. *Estudio local y global, tipos de órbitas y existencia de separatrices para una acción holomorfa afín en $\mathbb{C}^3$* . Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Ingeniería, (2014).
- [4] Chiba, H. *Kovalevskaya exponents and the space of initial conditions of a quasi-homogeneous vector field*. J Differential Equations, 259 (2015), 7681-7716.
- [5] Viana M. and Espinar J. *Differential equations, a dynamical systems approach to theory and practice*, American Mathematical Society, Editorial Committee. (2020).

6. Resultados de convergencia global mejorados para el Método Lagrangeano aumentado con función de penalidad exponencial *Frank Navarro Rojas*

Improved global convergence results for augmented Lagrangian Method with exponential penalty function

Frank Navarro Rojas
fnavarro@uni.edu.pe
benito@imca.edu.pe

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Resumen

El propósito del presente artículo es el de mejorar los resultados de convergencia global establecidos hasta ahora, referentes al Algoritmo de Lagrangiano aumentado con función de penalidad exponencial para resolver problemas de programación no lineal con restricciones de igualdad y de desigualdad. Demostramos la convergencia global para puntos KKT bajo la condición de calificación PAKKT-regular, que resulta como una consecuencia de que puntos de acumulación generados por el algoritmo son puntos PAKKT. Este resultado de convergencia es nuevo para el Método Lagrangiano aumentado basado en la función de penalización exponencial. Una consecuencia interesante es que las estimaciones de los multiplicadores de La-grange calculadas por el método permanecen acotados en presencia de la condición de cuasi-normalidad. Finalmente damos resultados de optimalidad y viabilidad para el caso convexo.

7. Ecuaciones clásicas de Boussinesq: algunos avances recientes

Marko Rojas Medar

[Classical Boussinesq equations: some recent advances](#)

Marko Rojas Medar

mmedar@academicos.uta.cl

Departamento de Matemática, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile

Blanca Climent-Ezquerria

bcliment@us.es

EDAN y IMUS, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

Elva Ortega-Torres

eortega@ucn.cl

Departamento de Matemáticas, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.

María Ángeles Rodríguez-Bellido

angeles@us.es

EDAN y IMUS, Universidad de Sevilla, Sevilla, España

Resumen

Mostraremos algunos resultados recientes sobre las llamadas ecuaciones de Boussinesq clásicas, las cuales modelan el comportamiento de fluidos que interactúan con la difusión del calor. Mostraremos algunas preguntas interesantes y respuestas parciales conocidas. También, mencionaremos algunos modelos generalizados que involucran las ecuaciones de Boussinesq y preguntas interesantes en abierto.

Agradecimientos

ANID-Chile proyecto del Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico Fondecyt 1240152; MATH-AmSud project 21-MATH-03 (CTMicrAAPDEs), CAPES-PRINT 88881.311964/ 201801 (Brasil).

Referencias

- [1] CLARK, H.R., DE CARVALHO, P.P., FRIZ, L., ROJAS-MEDAR, M.A., *Global well-posedness for the Oberbeck-Boussinesq system*. Submetido.
- [2] CLARK, H.R., NOTTE-CUELLO, E., ROJAS-MEDAR, M.A., *Regularity criteria for Boussinesq equations equations in terms of spectral components*. In preparation.
- [3] CLIMENT-EZQUERRA, B., POBLETE-CANTELLANO, M.; ROJAS-MEDAR, M. A., *On the convergence of spectral approximations for the heat convection equations*. Rev. Mat. Complut. 29 (2016), no. 2, 405-422.
- [4] CLIMENT-EZQUERRA, B., ORTEGA-TORRES, E., ROJAS-MEDAR, M. A., *On the regularity of weak solution for the Boussinesq equations*. Submetido.
- [5] RODRÍGUEZ-BELLIDO, M.A., ROJAS-MEDAR, M.A., SEPÚLVEDA, H., Soto, *Asymptotic behavior of weak and strong solutions of the Boussinesq equations*. Preprinter.

8. Una expansión en serie para la función periodo de un cierto sistema Hamiltoniano cuadrático en el plano

Gerard John Alva Morales

[Una expansión en serie para la función periodo de un cierto sistema Hamiltoniano cuadrático en el plano](#)

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

Resumen

Observaremos algunas propiedades de la función periodo, asociada a las órbitas periódicas de una ecuación diferencial $\ddot{x} + f(x) = 0$, donde $f(x)$ es un polinomio cuadrático.

Una de las propiedades relevantes (ver [CMV]) asociada a la función periodo es la isocronicidad; y en nuestra observación veremos una expresión en serie de potencias para la función periodo asociada al sistema $\ddot{x} + f(x) = 0$ estudiado en [CS], en donde fue mostrado que la isocronicidad no ocurre.

Referencias

- [CMV] A. Cima, F. Mañosas and J. Villadelprat, Isochronicity for several classes of Hamiltonian systems, Universitat Autònoma de Barcelona (1998).
- [CS] S.N. Chow, J. A. Sanders, On the number of critical points of the period, Journal of Differential Equations (1986).

9. Optimización topológica de estructuras utilizando la aproximación de Bernstein

Julio López

[Robust topology optimization using the Bernstein approximation](#)¹

Julio López
julio.lopez@udp.cl
Instituto de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Diego Portales, Santiago, Chile

Alfredo Canelas
acanelas@fing.edu.uy
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Julio Herrera y Reissig 565, Montevideo, 11300, Uruguay

Miguel Carrasco
macarrasco@miuandes.cl
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de los Andes, Mons. Álvaro del Portillo 12455, Las Condes, Santiago, Chile

Resumen

In this work, we present a novel topology optimization approach for the robust design of structures. The method considers both deterministic and random loadings and minimizes the compliance subject to a constraint on the volume, as well as a constraint on the failure probability. Handling the failure

¹Partially supported by FONDECYT Nro 1230694

probability is often challenging in numerical terms, but we address it by employing the Bernstein approximation, which leads to a model that has the remarkable property of being a linear conic programming problem. Furthermore, we derive a more efficient reformulation of the problem, involving small semidefinite constraints. To demonstrate the practicality of the proposed method, we provide with solutions to several examples of truss topology optimization.

Referencias

- [1] A. Canelas, M. Carrasco, and J. López, *Topology optimization of truss structures under failure probability using the Bernstein approximation*, *Computers and Structures*, 296, 107295, 2024.
- [2] A. Nemirovski and A. Shapiro, *Convex approximations of chance constrained programs*, *SIAM J. Optim.*, 17(4): 969-996, 2006.
- [3] P.R. Chares, *Cones and interior-point algorithms for structured convex optimization involving powers and exponentials*, Ph.D. thesis. Belgium: Université Catholique de Louvain; 2009.

10. Un algoritmo confiable y paralelo para el cálculo de ceros de funciones analíticas

Manuel Teodosio Toribio Cangana

[A reliable and parallel algorithm for computation of zeros of analytic functions](#)

Manuel Teodosio Toribio Cangana

mtoribio@uni.pe

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería. Av. Túpac Amaru 210, Lima 15333, Perú

Oswaldo Velásquez Castañón

oswaldo@imca.edu.pe

Instituto de Matemática y Ciencias Afines, Universidad Nacional de Ingeniería. Calle Los Biólogos 245, Lima 15012, Perú

Victor Racsó Galván Oyola

vgalvano@uni.pe

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Ingeniería. Av. Túpac Amaru 210, Lima 15333, Perú

Resumen

Presentamos aquí un algoritmo simple y confiable para calcular los ceros de las funciones analíticas con ceros simples dentro de un rectángulo, y lo implementamos en forma paralela con C++ y las bibliotecas Boost. El algoritmo presentado utiliza un método adaptativo para calcular la variación del argumento inspirado en el trabajo de Ying y Katz [2] que requiere cierta información global sobre la función, un método de bisección bidimensional y el método de Newton para refinar los cálculos.

Referencias

- [1] JUAN LUIS GARCÍA-ZAPATA AND JUAN CARLOS DÍAZ MARTÍN AND ÁLVARO CORTÉS FÁCILA, *An adaptive subdivision method for root finding of univariate polynomials*, Elsevier (North-Holland), Amsterdam, 2019.

- [2] XINGREN YING AND I. NORMAN KATZ, *A reliable argument principle algorithm to find the number of zeros of an analytic function in a bounded domain*. Springer, Berlin/Heidelberg, 1988
- [3] PETER KRAVANJA AND MARC VAN BAREL, *Computing the zeros of analytic functions* Berlin: Springer, 2000.

11. Condiciones para la existencia y unicidad de la solución de ecuaciones diferenciales parciales de orden fraccionario

Alfredo M. Jara G.

Condiciones para la existencia y unicidad de la solución de ecuaciones diferenciales parciales de orden fraccionario

Alfredo M. Jara G.
alfredo.manuel@unemat.br

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Barra do Bugres, MT, Brazil

Resumen

Estudiamos la clase de ecuaciones diferenciales parciales de orden fraccionario, dada por

$${}^{\mathcal{C}}D_{0,t}^{\alpha} \left[\frac{\partial u(\mathbf{x}, t)}{\partial t} - \sum_{|\mathbf{q}|=2m} a_{\mathbf{q}}(\mathbf{x}, t) D^{\mathbf{q}} u(\mathbf{x}, t) \right] = \sum_{|\mathbf{q}|<2m} b_{\mathbf{q}}(\mathbf{x}, t) D^{\mathbf{q}} u(\mathbf{x}, t),$$

donde la derivada parcial fraccionaria de orden α con respecto a la variable temporal, ${}^{\mathcal{C}}D_{0,t}^{\alpha}$, es dada en el sentido de Caputo. Para el caso $m = 1$, enunciamos las condiciones para la existencia y unicidad de la solución de dicha ecuación. Los resultados son obtenidos mediante un proceso iterativo.

Referencias

- [1] DIETHELM, K., *“The Analysis of Fractional Differential Equations”*, Springer-Verlag, Berlín, 2010.
- [2] DZHERBASHYAN, M. M. and NERSESIAN, A. B., *“Fractional derivatives and the Cauchy problem for differential equations of fractional order*, Izv. Akad. Nauk Arm. SSR, Mat., 1968; 3: 3-29.
- [3] EL-SAYED, A. M. A., *“Multivaluated fractional differential equations”*, Appl. Math. and Comput., 1994; 80: 1-11.
- [4] FRIEDMAN, A., *“Partial Differential Equations of Parabolic Type”*, Robert E. Krieger Publishing Company, Florida, 1964.
- [5] KILBAS, A. A., SRIVASTAVA, H. M. and TRUJILLO, J. J., *“Theory and Applications of Fractional Differential Equations”*, Elsevier, Amsterdam, 2006.
- [6] MOUSTAFA, O. L., *“On the Cauchy problem for some fractional order partial differential equations”*, Chaos, Solitons and Fractals, 2003; 18: 135-140.

- [7] PODLUBNY, I., “*Fractional Differential Equations*”, Academic Press, San Diego, 1999.
- [8] SLOBODETSKIY, L. N., “*On the fundamental solution and the Cauchy problem for a parabolic system*”, Mat. Sb., 1958; 46(88), N°2: 229-258.

12. Un modelo de Programación Lineal Totalmente Difuso que minimiza el máximo Retraso en un Problema de programación de Tareas en una Máquina simple

Richard Alexander Abramonte Rufino

A Fully Fuzzy Linear Programming Model that Minimizes the Maximum Delay in a Task Scheduling Problem on a Simple Machine

Richard Alexander Abramonte Rufino

rabramonte@unp.edu.pe

Departamento Académico de Matemática, Universidad Nacional de Piura, Campus Castilla- Piura, Perú

Flabio Alfonso Gutierrez Segura

fgutierrez@unp.edu.pe

Departamento Académico de Matemática, Universidad Nacional de Piura ,Campus Castilla-Piura, Perú

Resumen

Los Problemas de programación de tareas consisten en programar un conjunto de tareas ya sea en una máquina o más máquinas, con el objetivo de encontrar la mejor la secuencia de tareas que optimice el tiempo de procesamiento. Estos problemas la mayoría han sido abordados con modelos determinísticos sin considerar la imprecisión en sus parámetros como son los tiempos de Procesamiento. En el presente Trabajo se propone un modelo de programación Lineal Totalmente Difuso para un problema de máquinas simples considerando imprecisión en su tiempo de procesamiento donde la función objetivo minimiza el máximo retraso de una tarea conociendo la fecha de entrega de las tareas asignadas en el proceso.

Referencias

- [1] PINEDO, M. L. , *Theory Algorithms and Systems*, (Quinta edi). Springer, 2016.
- [2] NASSERI, S. H., BEHMANESH, E., TALESIAN, F., ABDOLALIPOOR, M.,TAGHI-NEZHAD, *Fully fuzzy linear programming with inequality constraints*. International Journal of Industrial Mathematics, 5(4), 309–316. 2013.
- [3] LAZO,E.,GUTIERREZ,F.,VERGARA,E., *An efficient algorithm for single machine problems with fuzzy processing times*. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, Vol. 10 (N°4), pp. 139–153.2016.

13. Forma Geométrica del Teorema de Hahn-Banach

Mariano A. González Ulloa

Forma Geométrica del Teorema de Hahn-Banach

Mariano A. González Ulloa

mgonzal@pucp.edu.pe

Pontificia Universidad Católica del Perú

Resumen

El Teorema de Hahn-Banach es un pilar fundamental del análisis funcional, con amplias aplicaciones en matemáticas, optimización y lo que conlleva la optimización. En esta conferencia, exploraremos el teorema desde una perspectiva geométrica, destacando cómo una comprensión visual puede complementar su formulación analítica. Empezaremos con una introducción al teorema y su contexto histórico, revisando conceptos clave como la convexidad y los espacios vectoriales. A través de diagramas y ejemplos visuales, ilustraremos cómo el teorema permite la extensión de funcionales lineales y la separación de conjuntos convexos por hiperplanos. También discutiremos aplicaciones prácticas y resolveremos problemas que ejemplifiquen su utilidad. Esta presentación está dirigida a todos aquellos interesados en el análisis funcional y sus aplicaciones geométricas, mostrando que, a través de la intuición visual, podemos hacer más accesible este resultado tan profundo.

Palabras clave:

Teorema de Hahn-Banach, Geometría de espacios de Banach, Análisis Funcional, Hiperplanos, Separación de conjuntos convexos.

Referencias

- [1] Barvinok, A. (2002). *A Course in Convexity*. American Mathematical Society.
- [2] Borwein, J. M., & Lewis, A. S. (2000). *Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples*. Springer.
- [3] Brezis, H., (2010). *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*. Springer.
- [4] Halmos, P. R. (1985). *The Hahn-Banach Theorem: The Life and Times*. American Mathematical Monthly, 92(2), 79-88.
- [5] Kreyszig, E. (1989). *Introductory Functional Analysis with Applications*. John Wiley & Sons.
- [6] Rudin, W. (1991). *Functional Analysis* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- [7] Wikipedia contributors. (2023, January 24). *Hahn-Banach Theorem* Wikipedia, The Free [Encyclopedia](#).
- [8] Wolfram Research. (n.d.). [Hahn-Banach Theorem](#). MathWorld.

14. El teorema de Cayley para grupos: una prueba categórica

Carlos Mejía Alemán

[Cayley's theorem for groups: a categorical proof](#)

Carlos Mejía Alemán

camejia@ulima.edu.pe

Departamento de Estudios Generales de la Universidad de Lima, Lima, Perú

Resumen

En esta exposición probaremos el teorema de Cayley para grupos, utilizando la teoría de categorías. Recordemos que el grupo simétrico sobre un conjunto A , denotado por S_A , es el grupo formado por las aplicaciones biyectivas de A en sí mismo, bajo la operación de composición de funciones, es decir $S_A := \{\Upsilon : A \rightarrow A \mid \Upsilon \text{ biyección}\}$. El teorema de Cayley para grupos afirma que todo grupo G es isomorfo a un subgrupo del grupo simétrico S_G . Para la prueba utilizaremos el conocido lema de Yoneda y que todo grupo puede ser visto como una categoría.

Referencias

- [1] LEINSTER T. *Basic Category Theory*, Vol 143, Cambridge University Press, 2014.
- [2] MACLANE S. *Categories for the working mathematician*, second Ed, Springer-Verlag, 1998.
- [3] MEJÍA A. NÚÑEZ R. PINO R. *Una demostración del teorema de Cayley para grupos*, Vol. 8 Núm. 01 (2021): Enero-Julio, Selecciones Matemáticas, DOI: <https://doi.org/10.17268/sel.mat.2021.01.09>.

15. Bifurcación de soluciones a través de una variedad de contacto en modelos bidispersos

Stefan Berres

[Bifurcation of solutions through a contact manifold in bidisperse models](#)

Stefan Berres

Stefan.Berres@gmail.com

Department of Information Systems, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile

Pablo Castañeda

Pablo.Castaneda@itam.mx

Academic Department of Mathematics, ITAM, Ciudad de México, Mexico

Resumen

Esta investigación se centra en un sistema hiperbólico que describe suspensiones bidispersas, consistentes en dos tipos de pequeñas partículas dispersas en un fluido viscoso. Se examina la dependencia de las soluciones respecto a la posición relativa de las variedades de contacto en el espacio de fases. El método

de curvas de ondas sirve como base para el primer y segundo análisis. El primero implica la clasificación de las ondas elementales que emergen del origen del espacio de fases. Se proporcionan soluciones analíticas para problemas de Riemann prototípicos que conectan el origen con cualquier punto en el espacio de estados. El segundo se enfoca en soluciones semianalíticas para problemas de Riemann que conectan cualquier estado en el espacio de fases con la línea de concentración de empaquetamiento máximo, como se observa en pruebas estándar de sedimentación por lotes. Cuando la condición inicial cruza la primera variedad de contacto, ocurre una bifurcación. A medida que la condición inicial se aproxima a la segunda variedad, parece que otra estructura experimenta una bifurcación, aunque no representa una bifurcación real según la regla del triple choque. El estudio revela importantes hallazgos sobre el comportamiento de las soluciones en relación con estas variedades de contacto. Esta investigación arroja luz sobre la existencia de puntos cuasi-umbílicos emergentes dentro del sistema, que potencialmente pueden llevar a nuevos tipos de bifurcaciones como elementos cruciales de la frontera elíptica/hiperbólica en el sistema de ecuaciones diferenciales parciales. Se discuten las implicaciones de estos hallazgos y su importancia.

Referencias

- [1] BERRES, S. Y CASTAÑEDA, P., *Identification of shock profile solutions for bidisperse suspensions*. Bulletin of the Brazilian Mathematical Society, New Series, 47(1), 105-115, 2016.
- [2] BERRES, S. Y CASTAÑEDA, P., *Bifurcation of solutions through a contact manifold in bidisperse models*. Frontiers in Applied Mathematics and Statistics, 9:1199011, 2023. doi: 10.3389/fams.2023.1199011.

16. Proyección de grafos bipartitos para el análisis de la interacción hospedero-parásito

Itzel Domínguez Alemán

[Bipartite graph projection for host-parasite interaction analysis](#)

Itzel Domínguez Alemán

11242485@uagro.mx

Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, México.

Juan Carlos Hernández Gómez.

14365@uagro.mx

Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, México.

José Geiser Villavicencio Pulido.

j.villavicencio@correo.ler.uam.mx

Departamento de Ciencia Ambientales, Unidad Lerma, Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Resumen

Las redes ecológicas (grafos ecológicos), son representaciones de diferentes interacciones entre especies dentro de un ecosistema, en un lugar y tiempo determinado. Una forma de estudiar y comparar las interacciones entre las diferentes especies que intervienen en estas redes ecológicas es mediante la teoría de grafos, donde las especies son representadas por vértices y las relaciones que hay entre ellas mediante aristas [1, 2]. A través de este tipo de representaciones podemos saber cuál es el rol que cada especie tiene dentro de su comunidad y cómo se relacionan entre sí y con el entorno que las rodea [3, 4]. En este trabajo proponemos y estudiamos la interacción hospedero-parásito a través de redes ecológicas usando

grafos bipartitos y sus proyecciones . En particular nos enfocamos en el estudio de las proyecciones de un grafo bipartito sobre cada conjunto de sus conjuntos de vértices, el que corresponde a los hospederos y el que corresponde a los parásitos. El primer grafo proyección para los hospederos se obtiene a través de los parásitos que comparten los hospederos en el grafo bipartito, y el segundo grafo proyección para los parásitos se obtiene a través de los hospederos en los que viven. Por último, analizamos las interacciones utilizando diferentes medidas de centralidad, y proponemos un índice de influencia indirecta que nos permite identificar y comparar el nivel de importancia que tiene cada vértice (hospedero o parásito) en el grafo proyección.

Referencias

- [1] DELMAS, E., BESSON, M., BRICE, M. H., ET AL., *Analysing ecological networks of species interactions*. Biological Reviews, 94(1), 16-36, 2019.
- [2] KOUTROULI, M., KARATZAS, E., PAEZ-ESPINO, D., ET AL., *A guide to conquer the biological network era using graph theory*. Frontiers in bioengineering and biotechnology, 8, 34, 2020.
- [3] PAVLOPOULOS, G. A., KONTOU, P. I., PAVLOPOULOU, A., ET AL. *Bipartite graphs in systems biology and medicine: a survey of methods and applications*. GigaScience, 7(4), giy014, 2018.
- [4] PILOSOFF, S., MORAND, S., KRASNOV, B. R., ET AL., *Potential parasite transmission in multi-host networks based on parasite sharing*. PloS one, 10(3), e0117909, 2015

17. Sobre los atractores para ecuaciones diferenciales parciales parabólicas en dominios con un agujero pequeño

German Lozada Cruz

[On attractors for parabolic partial differential equations in domains with a small hole](#)

German Lozada Cruz

german.lozada@unesp.br

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

Resumen

In this talk we discuss the continuity of global attractors for a class of semilinear parabolic problems with Dirichlet boundary conditions in domains with a small hole whose size is proportional to a small positive parameter ε .

The talk will be based on a joint work with Elaine Tavares-Lima (IME/USP).

Referencias

- [1] Tavares-Lima, E. A.; Lozada-Cruz, G. J., *Dynamics of parabolic equations in domains with a small hole I. Continuity of the set of equilibria*. Submitted for publication, 2024.
- [2] Tavares-Lima, E. A.; Lozada-Cruz, G. J., *Dynamics of parabolic equations in domains with a small hole II. Continuity of the attractors*. Journal of Differential Equations 395 (2024) 308–332.

18. Propiedad de sombreamiento eventual para operadores lineales

Helmuth Villavicencio Fernández

Eventual shadowing property for linear operators

Helmuth Villavicencio Fernández

hvillavicencio@imca.edu.pe

Instituto de Matemática y Ciencias Afines

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.

Resumen

En sistemas dinámicos, la *propiedad de sombreamiento* ha sido ampliamente estudiada por muchos investigadores y está bien documentada (véase, por ejemplo, [1] y sus referencias). Se refiere al problema general de aproximar órbitas obtenidas en presencia de ruido o error de redondeo, por ejemplo, soluciones de ecuaciones diferenciales obtenidas mediante cálculos numéricos, u órbitas que surgen cuando se añaden perturbaciones estocásticas a un sistema dinámico discreto. Dado que en las aplicaciones prácticas sólo es posible obtener órbitas de forma aproximada, o los mapas sólo están bien definidos de forma aproximada, sólo las órbitas que pueden ser sombreadas por órbitas reales son las que tienen importancia física. Por otro lado, la propiedad de sombra de los operadores lineales acotados en Banach ha sido analizada recientemente en [2, 3]. Motivados por ello, en este trabajo implementamos la noción del sombreamiento eventual en ambientes lineales, demostramos que un operador lineal acotado de un espacio de Banach tiene un punto eventualmente sombreable si y sólo si tiene la propiedad de sombreamiento eventual. En segundo lugar, caracterizamos la sombreabilidad de operadores lineales acotados utilizando sucesiones acotadas. A continuación, demostramos que en el caso de dimensión finita la propiedad de sombreamiento eventual coincide con la propiedad de sombreamiento clásica. Finalmente, demostramos que si un operador lineal acotado es positivamente expansivo y tiene la propiedad de sombreamiento eventual, el origen es el único punto no errante.

Referencias

- [1] Aoki, N., Hiraide, K., *Topological theory of dynamical systems. Recent advances*, North-Holland Mathematical Library, 52. North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1994.
- [2] Bernardes, N.C., Cirilo, P.R., Darji, U.B., Messaoudi, A., Pujals, E.R., *Expansivity and shadowing in linear dynamics*, *J. Math. Anal. Appl.* 461 (2018), 796–816.
- [3] Ombach, J., *The shadowing lemma in the linear case*, *Univ. Iagel. Acta Math.* 31 (1994), 69–74.

19. Un modelo eco-epidemiológico generalizado de orden fraccionario

Ilse Domínguez Alemán

[A fractional-order generalized eco-epidemiological model](#)

Ilse Domínguez Alemán.

11242430@uagro.mx

Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, México.

Juan Carlos Hernández Gómez.

14365@uagro.mx

Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, México.

Francisco J. Ariza Hernández.

arizahfj@uagro.mx

Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, México.

Resumen

En esta charla se presenta un modelo eco-epidemiológico generalizado de orden fraccionario del tipo depredador-presa con presencia de una enfermedad infecciosa en la población de presas [1]. El modelo propuesto considera que la enfermedad infecta a la población de presas, provocando su división en dos clases, presas susceptibles y presas infectadas. Adicionalmente, planteamos que tanto la población de presas susceptibles, como la de depredadores tienen un crecimiento logístico y que estos últimos cuentan con una fuente alterna de alimento. Para esta dinámica, se propone y analiza un modelo con ecuaciones diferenciales ordinarias y se replantea y estudia desde otros dos enfoques, el enfoque de las derivadas generalizadas globales y generalizadas locales, ambas de orden fraccionario. Esto mediante la derivada generalizada de Caputo [2] y la derivada generalizada conformable [3]. En particular, se demuestra la existencia, unicidad, no negatividad y acotamiento de la solución del modelo fraccionario de Caputo. Además, se estudia la estabilidad de los puntos de equilibrio y el comportamiento asintótico de su solución, utilizando los criterios de estabilidad de Routh-Hurwitz y la condición de Matignon. Se realizan simulaciones numéricas del sistema considerando ambas aproximaciones (la derivada clásica de Caputo y la derivada conformable de Khalil), y se comparan con los resultados obtenidos a partir del modelo con ecuaciones diferenciales ordinarias. Por último, se muestra numéricamente que la incorporación de una población de depredadores en un sistema susceptible-infeccioso puede contribuir al control de la propagación de una enfermedad infecciosa en la población de presas susceptibles.

Referencias

- [1] DOMÍNGUEZ-ALEMÁN, I., DOMÍNGUEZ-ALEMÁN, I., HERNÁNDEZ-GÓMEZ, J. C., & ARIZA-HERNÁNDEZ, F. J. (2024). *A predator-prey fractional model with disease in the prey species*. MBE, 21(3), 3713-3741.
- [2] BOSCH, P., RODRÍGUEZ, J. M., & SIGARRETA, J. M. (2023). *Oscillation results for a nonlinear fractional differential equation*. AIMS Mathematics, 8(5), 12486-12505.
- [3] FLEITAS, A., NÁPOLES, J. E., RODRÍGUEZ, J. M., & SIGARRETA, J. M. (2021). *Note on the generalized conformable derivative*. UMA, 62(2), 443-457.

20. Ruteo de vehículos en tres etapas: Clusterización, MIP y TSP

Rósulo Hilarión Pérez Cupe

Three-stage vehicle routing: Clustering, MIP and TSP

Rósulo Hilarión Pérez Cupe

rperezc@uni.edu.pe

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Resumen

En el presente trabajo presentamos el problema del ruteo de vehículos multidepósito cuya solución mediante una propuesta de Heurística pasa por tres etapas: La primera consiste en clusterizar (hacer grupos) a los clientes bajo condiciones adecuadas que permitan una asignación eficiente de los recursos disponibles como son la capacidad de los vehículos y la demanda de clientes así como las distancias recorridas. Una vez obtenidos los grupos de clientes (clusters) en una segunda etapa realizamos la asignación óptima (en este caso) de los grupos o clústeres a los depósitos y finalmente en cada cluster resolvemos un problema TSP (Travelling Salesman Problem) obteniendo así una solución aproximada al problema del ruteo de vehículos multidepósito cuya naturaleza NP-Hard no permite encontrar soluciones exactas para problemas de más de 30 clientes, son presentados resultados comparativos con las del estado del arte.

21. Curvas y puntos racionales en superficies K3

Rina Roxana Paucar Rojas

Rotational curves and points on K3 surfaces

Rina Roxana Paucar Rojas

rina.paucar@imca.edu.pe, rrpauca@pucp.pe

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

Resumen

A special case of Bloch-Beilinson conjectures states: If S is a K3 surface over $\overline{\mathbb{Q}}$ and if $x \in S(\overline{\mathbb{Q}})$ is a $\overline{\mathbb{Q}}$ -rational point, then $[x] = c_S$ ([2]). Here c_S is the Beauville-Voisin class introduced by Beauville and Voisin in [1]. One idea to prove this is due to Bogomolov who pointed out that it be possible that any $\overline{\mathbb{Q}}$ -rational point lies in a rational curve.

In this talk I will talk about the relation between rational points and rational curves on K3 surfaces.

Referencias

- [1] ARNAUD BEAUVILLE AND CLAIRE VOISIN, *On the chow ring of a k3 surface*, Journal of Algebraic Geometry, 13(3):417-426, 2004.
- [2] DANIEL HUYBRECHTS, *Curves and cycles on k3 surfaces*, Foundation Compositio Mathematica, 2014.

22. El comportamiento límite de soluciones del problema del p -Laplaciano con términos de convección y exponencial

Julio Lanazca Vargas

The limiting behavior of solutions to p -Laplacian problems with convection and exponential terms

Julio Lanazca Vargas

jlanazca@gmail.com

Departamento de Matemática, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Resumen

El objetivo principal de este trabajo es determinar el comportamiento asintótico, cuando $p \rightarrow \infty$, de soluciones u_p del problema de Dirichlet para el p -Laplaciano, donde la no-linearidad combina un término de convección con un término exponencial.

Estudiamos el problema de Dirichlet

$$\begin{cases} -\Delta_p u = \lambda u^{q-1} + \beta u^{a-1} |\nabla u|^b + m u^{l-1} e^{\alpha u^s} & \text{en } \Omega, \\ u > 0 & \text{en } \Omega, \\ u = 0 & \text{sobre } \partial\Omega, \end{cases} \quad (P)$$

donde Ω es un dominio suave y limitado de $\mathbb{R}^N$, con $N \geq 2$, y $\Delta_p u := \operatorname{div}(|\nabla u|^{p-2} \nabla u)$ es el operador p -Laplaciano, $p > 1$. Los parámetros λ, β y m son no negativos, y los exponentes q, a, b, l, α y s satisfacen ciertas condiciones, entre las cuales $1 < q < p$.

En cuanto al comportamiento límite, nuestro principal objetivo será mostrar que, bajo determinadas condiciones, las soluciones u_p convergen uniformemente para d_Ω , la función distancia hasta la frontera, cuando p tiende al infinito, donde

$$d_\Omega(x) := \min_{y \in \partial\Omega} |x - y|, \quad x \in \overline{\Omega}.$$

Referencias

- [1] H. Bueno, G. Ercole: A quasilinear problem with fast growing gradient, *Applied Mathematics Letters* **26** (2013) 520–523.
- [2] G. Ercole: On a global gradient estimate in p -Laplacian problems, *aceito para publicação em Israel Journal of Mathematics* (preprint disponível em <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.05538>).
- [3] J. Garcia Azorero, I. Peral Alonso: On an Emden-Fowler type equation, *Nonlinear Anal.* **18** (1992) 1085–1097.

23. Un Modelo Matemático de la Polarización Ideológica en un Contexto de Expresión Asimétrica

Jorge Mauricio Ruiz Vera

[A Mathematical Model of Ideological Polarization in a Context of Asymmetrical Expression](#)

Jorge Mauricio Ruiz Vera

jmruizv@unal.edu.co

Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia

Ricardo Cano Macias

ricardocm@unisabana.edu.co

Facultad de Ingeniería, Universidad de La Sabana, Chía, Colombia

Resumen

Este estudio analiza cómo las desigualdades sociales en la libertad de expresión afectan la polarización ideológica, un fenómeno que puede tanto fomentar el compromiso cívico como profundizar divisiones y socavar principios democráticos. La polarización es impulsada por factores como la desigualdad económica y los sesgos mediáticos. A diferencia de modelos previos, nuestro enfoque examina la interacción entre grupos en un contexto donde una facción controla los medios, creando un ambiente de expresión asimétrica. Proponemos un modelo matemático con un sistema no lineal de ecuaciones diferenciales, que incluye una tasa de interacción constante y una de respuesta funcional de tipo Holling II. Este modelo contempla “defensores acérrimos” con influencia mediática constante y simpatizantes moderados enfrentados a detractores. Validamos el modelo usando datos de la polarización política en Colombia entre 2010 y 2018, especialmente el impacto del plebiscito de paz y la influencia de élites en los medios. Los resultados identifican dos posibles equilibrios: coexistencia de opiniones o dominancia de una postura, determinados por valores umbral. Simulaciones y estudios de caso sugieren que la transmisión efectiva de ideas influye más que simplemente incrementar el número de simpatizantes pasivos. Este modelo permite entender y moderar la polarización, ajustando parámetros para equilibrar el discurso.

Referencias

- [1] CANO M, R. AND RUIZ V, J M., *Dynamics of opinion polarization in a population*, Mathematical Social Sciences, Volume 128, 31-40, 2024.
- [2] HARE C. AND POOLE K T. *The Polarization of Contemporary American Politics* Polity. 46:3, 411-429, 2014.
- [3] WEIDLICH W. *Sociodynamics: A Systematic Approach to Mathematical Modelling in the Social Sciences*. Dover Publications, 2006.

24. Teorema de Nagumo para um problema de valor inicial fracionário

Anabela S. Silva

[Nagumo's theorem for a fractional initial value problem](#)

Anabela S. Silva
anabela.silva@ua.pt

Departamento de Matemática & CIDMA, Universidade de Aveiro, Portugal

Parisa Kharazmi
pkharazmi@ua.pt

Departamento de Matemática & CIDMA, Universidade de Aveiro, Portugal

Resumen

In this work, we extend Nagumo's uniqueness theorem for a class of fractional initial value problems with Hilfer derivative. The results are constructed by generalizing the classical mean value theorem of differential calculus, using the Hilfer derivative instead of the classical first-order derivative.

Referencias

- [1] Baleanu, D., Mustafa, O. y O'Regan, D., *A Nagumo-like uniqueness theorem for fractional differential equations*, J. Phys. A: Math. Theor., 44:10pp, 2011.
- [2] Constantin, A. *On Nagumo's theorem*, Proc. Japan Acad. Ser. A Math. Sci., 86(2):41–44, 2010.
- [3] Diethelm, K., *The mean value theorems and a Nagumo-type uniqueness theorem for Caputo's fractional calculus (corrected version)*, arXiv preprint:1709.01113:7pp, 2017.

25. Pérdida extracrítica de la estabilidad y bifurcación en sistemas de ecuaciones diferenciales

Hugo Díaz Rodríguez

[Extracritical loss of stability and bifurcation in systems of differential equations](#)

Hugo Díaz Rodríguez
rothkodacapo90@gmail.com

Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana, Campus Iztapalapa, Ciudad de México, México

Resumen

Consideramos una familia de sistemas dinámicos π_Λ que depende de un conjunto de parámetros Λ y además suponemos que esta familia de sistemas dinámicos tiene un conjunto invariante M en común, y que existe un cierto valor crítico $\lambda_0 \in \Lambda$. Entonces cuando el parámetro sobrepasa el valor crítico λ_0 ocurren dos fenómenos; en primer lugar el cambio de estabilidad del conjunto invariante M cuando el parámetro está arbitrariamente cerca del valor crítico, y en segundo lugar la bifurcación, es decir, el surgimiento de uno o más conjuntos invariantes cercanos al conjunto invariante común.

Peter Seibert y José S. Florio estudiaron la relación de estos dos fenómenos en “On the foundations of bifurcation Theory”. Aplicamos estos resultados y un teorema de persistencia de la estabilidad asintótica a familias de ecuaciones diferenciales que dependen de un conjunto de parámetros Λ .

Referencias

- [1] BHATIA, N. P. AND SZEGÖ, G. P. *Stability Theory of Dynamical Systems*, Springer, 1970.
- [2] HALE, J. K AND KOÇAC, H. *Dynamics and Bifurcations*. Texts in Applied Mathematics (TAM, volume 3), Springer, 1991.
- [3] HIRSCH, M. W AND SMALE, S. *Differential equations, dynamical systems, and linear algebra.*, Academic Press, 1974.
- [4] NEMYTSKII, V. V. AND STEPANOV, V. V. *Qualitative Theory of Differential Equations.*, Princenton University Press, 1960.
- [5] SEIBERT, P. AND FLORIO, J. S. *On the Foundations of Bifurcation Theory.*, Nonlinear Analysis, Theory, Methods and Applications, Vol.22, No.8, pp.927-944, Elsevier Science Ltd, 1994.

26. Sobre la bifurcación de hipersuperficies espaciales con curvatura media constante en espacios-tiempo

Marco Antonio Lázaro Velásquez

[On the bifurcation of spacelike hypersurfaces with constant mean curvature in spacetimes](#)

Marco Antonio Lázaro Velásquez
marcolazarovelasquez@gmail.com

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

Resumen

En una variedad de Lorentz temporalmente orientada $\overline{M}^{n+1}$, utilizamos la teoría de bifurcación equivariante para establecer condiciones suficientes que nos permitan garantizar la existencia de instantes de bifurcación o la rigidez local de la familia $\{\Omega_\tau\}_{\tau \in \Lambda}$ de conjuntos abiertos Ω_τ de $\overline{M}^{n+1}$ cuyas fronteras $\partial\Omega_\tau$ hipersuperficies compactas, sin fronteras y con curvatura media constante H . En particular, hacemos este estudio para una cierta familia de conjuntos abiertos en un espacio-tiempo de Robertson-Walker generalizado espacialmente cerrado, a saber, productos warped de Lorentz $(-I \times_f M^n, -dt^2 + f^2 \langle \cdot, \cdot \rangle_M)$ con base definida negativa 1-dimensional $(I, -dt^2)$, fibra Riemanniana cerrada $(M^n, \langle \cdot, \cdot \rangle_M)$ y función warped $f : I \rightarrow (0, +\infty)$. En este último caso, los resultados se obtienen considerando algunas hipótesis apropiadas que dependen de f y del comportamiento de los valores propios del operador diferencial de Laplace de M^n .

Referencias

- [1] MARCO A.L. VELÁSQUEZ, ANDRÉ F.A. RAMALHO, *On the bifurcation of spacelike hypersurfaces with constant mean curvature in spacetimes*, Differential Geometry and its Applications **88** (2023) 102000.

27. Aprendizaje basado en Problemas en la Estadística Descriptiva

Dimas Geovanny Vera Pisco

Problem-Based Learning in Descriptive Statistics

Dimas Geovanny Vera Pisco

dimas.vera@unesum.edu.ec, dverap@uees.edu.ec

Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado en Educación, Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Ecuador.

Diego Renato Sornoza Parrales

diego.sornoza@unesum.edu.ec

Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador.

Marcedes Marcela Pincay Pilay

marcela.pincay@unesum.edu.ec

Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador.

Martha Johana Álvarez Álvarez

martha.alvarez@unesum.edu.ec

Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador.

Luis Alfonso Moreno Ponce

luis.moreno@unesum.edu.ec

Facultad de Ciencias Técnicas, Carrera de Ingeniería Civil, Ecuador.

Referencias

- [1] Aparicio Gómez, O. Y., y Ostos Ortiz, O. L. (2018). El constructivismo y el construccionismo. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 11(2), 115-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.15332/s1657107X.2018.0002.05>
- [2] Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., y Vasquez, M. (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología INUDI PERÚ, 1-167. <https://doi.org/https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
- [3] Baque Reyes, G. R., y Portilla Faican, G. I. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 6(5), 75-86. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i5.2632>
- [4] Cantú Martínez, P. C., y Santoyo Stephano, M. A. (2019). Evaluación del rendimiento académico en bioestadística y la competencia disciplinar de pensamiento matemático en estudiantes universitarios. *Revista Educación*, 28(54), 45-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.18800/educacion.201901.003>
- [5] Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 353-383. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.288>
- [6] Urrea Tobar, B. A., Reyno Freundt, A., Fehrenberg Gaete, M. J., y Muñoz Lara, M. (2020). Paradigma educativo y habilidades del profesor asociado a la percepción del rol docente en Educación Física de los estudiantes chilenos. *Retos*, 37, 362369. <https://doi.org/https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.72781>
- [7] Vargas, K., y Acuña, J. (2020). El constructivismo en las concepciones pedagógicas y epistemológicas de los profesores. *Revista Innova Educación*, 2(4), 555-575. <https://doi.org/https://doi.org/10.35622/j.rie.2020.04.004>

Resumen

En Ecuador, el rendimiento académico en estadística descriptiva presenta deficiencias significativas durante las evaluaciones, debido a la falta de consideración de factores determinantes en los procesos de aprendizaje. En este contexto, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) surge como una metodología efectiva para abordar estas limitaciones, proporcionando a los estudiantes habilidades esenciales y a los docentes herramientas para alcanzar los objetivos académicos. Este estudio se centra en implementar el ABP en estudiantes de Décimo de Educación General Básica de la Unidad Educativa Particular Redemptio, en Jipijapa, con el objetivo de mejorar su rendimiento académico en estadística descriptiva mediante actividades individuales y grupales diferenciadas según los niveles de aprendizaje. Bajo un enfoque mixto, se emplearán instrumentos como encuestas, observaciones y análisis de resultados académicos antes y después de la intervención. Se espera que los estudiantes mejoren significativamente su desempeño, adquieran competencias en el análisis e interpretación de datos, y desarrollen motivación y autonomía en el aprendizaje. Además, este enfoque busca transformar la enseñanza tradicional, considerando los distintos ritmos de aprendizaje. Futuros estudios podrían explorar la aplicación del ABP en otros niveles educativos y materias, así como su influencia en el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico y el trabajo en equipo.

28. Métodos de Optimización Eficientes en el Entrenamiento de Redes Neuronales

José Angel Vásquez-Coronel

[Efficient Optimization Methods in Neural Networks Training](#)

José Angel Vásquez-Coronel
jvasquez.12.c@gmail.com

Department of Computer Science and Industries, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

Resumen

El aprendizaje automático ha despertado gran interés en diversos campos de investigación debido a su capacidad para abordar tareas complejas, como la reducción de dimensión, la imputación de datos perdidos, la eliminación de ruido, la detección de fraudes, la identificación de anomalías y la generación de datos sintéticos. Entre los modelos más utilizados, las redes neuronales han demostrado ser altamente efectivas. Sin embargo, su entrenamiento, basado tradicionalmente en algoritmos como Backpropagation, enfrenta limitaciones relacionadas con tiempos prolongados de convergencia y alta complejidad computacional al procesar grandes volúmenes de datos. Este estudio aborda estas problemáticas mediante la presentación de dos técnicas de entrenamiento asociadas a problemas de optimización, que no solo aceleran significativamente el tiempo de entrenamiento de los métodos convencionales, sino que también alcanzan resultados de precisión comparables. Precisamente, se describe el modelo Extreme Learning Machine junto con la incorporación de métodos iterativos acelerados basados en el descenso del gradiente, utilizados para la búsqueda óptima de parámetros de la red neuronal.

Referencias

- [1] ZHAO, X., WANG, L., ZHANG, Y., HAN, X., DEVECI, M., & PARMAR, M., *Artificial Intelligence Review*, Vol. 57, no 4, Springer, 2024.
- [2] VÁSQUEZ-CORONEL, J. A., MORA, M., & VILCHES, K., *Artificial Intelligence Review*, Vol. 56, no 11, Springer, 2023.

- [3] VÁSQUEZ-CORONEL, J. A., MORA, M., & VILCHES, K., *Applied Sciences*, Vol. 12, no 18, MDPI, 2022.
- [4] VÁSQUEZ-CORONEL, J. A., MORA, M., & VILCHES, K., *SIAM journal on imaging sciences*, Vol. 2, no 1, SIAM, 2009.

29. Índice de Morse de los Catenoides Capilares inmersos en la 3-Bola Unitaria Euclidianan

Wilson Berrocal Meza

On the Morse index of Capillary Catenoids in the unit euclidean 3-Ball

Wilson Berrocal Meza
bmeza@unamad.edu.pe

Departamento Académico de Ciencias Básicas, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Madre de Dios, Perú.

Resumen

We will discuss various results in minimal capillary hypersurfaces contained in the Euclidean unit ball $\mathbb{B}_1^{n+1}(0)$. We studied the Morse index of the capillary catenoids contained in the Euclidean ball $\mathbb{B}_1^3(0)$. We prove that, if Σ_c is a capillary catenoid contained in $\mathbb{B}_1^3(0)$ where c is the capillary constant, then the Morse index of Σ_c is between 3 and 7. Furthermore, we obtain that any capillary catenoid with a contact angle close to $\frac{\pi}{2}$ a Morse index equal to 4, as does the critical catenoid. Also, we verify that there is no capillary catenoid in the unit ball with a contact angle less than $\tilde{\theta} \approx 1,3421$. To find our estimate of the capillary catenoid index, we focused on the analysis of two simpler eigenvalue problems associated with our minimal capillary surface (Jacobi-Steklov and fixed boundary).

Referencias

- [1] Bérard, P. *An elementary introduction to eigenvalue problems with an application to catenoids in $\mathbb{R}^3$* , Notas da XV Escola de geometria diferencial, em homenagem aos 80 anos de Manfredo do Carmo, Fortaleza, (2008).
- [2] Devyver, B. *Index of the critical catenoid*, Geom Dedicata 199(3), 355-371 (2019).
- [3] Tran, H. *The Gauss map of a free boundary minimal surface*, Comm. Anal. Geom. 29, 483-499 (2019).
- [4] Tran, H. *Index characterization for free boundary minimal surfaces*, Comm. Anal. Geom. 28, 189-222 (2020).
- [5] Tran, H. and Zhou, D. *On the Morse index with constraints I: An abstract formulation*, arXiv:2010.05952v1. 2020.
- [6] Tran, H. and Zhou, D. *On the Morse index with constraints II: Application*, arXiv:2010.05951v1. 2020.
- [7] Wang, G. and Xia, C. *Uniqueness of stable capillary hypersurfaces in a ball*, Math. Ann. 374, 1845-1882 (2019). <https://doi.org/10.1007/s00208-019-01845-0>.

30. Existencia de solución para la modelización matemática de la dinámica vibracional del ADN con función relajante

Milton M. Cortez Gutiérrez

Existence of solution for the mathematical modeling of DNA vibrational dynamics with relaxing function

Milton M. Cortez Gutiérrez

mcortez@unitru.edu.pe

Departamento de Matemáticas, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Hernan O. Cortez Gutiérrez

hocortezg@unacvirtual.edu.pe

Universidad Nacional del Callao, Perú.

Resumen

This paper is concerned with the existence of solution for the mathematical modeling of DNA vibrational dynamics with relaxing function, along with its initial conditions and boundary conditions. We demonstrate the existence of such solutions through approximate problems and later by multiplicative techniques we got some estimate, in order to pass the limit of convergent sequences by using some compactness theorems. Keyword: Vibrational Dynamics, relaxing function.

31. Un Problema de control Óptimo para Placas Termoelásticas de Moore Ginson Thompson

José Angel Dávalos Chuquipoma

An Optimal Control Problem for Moore Ginson Thompson Thermoelastic Plates

José Angel Dávalos Chuquipoma

jadc13@ufsj.edu.br

Departamento de Matemática e Estatística, DEMAT-Universidade Federal de São João del Rei, Campus Santo Antônio, MG, Brazil

Resumen

Estudiamos el control óptimo de un modelo conservativo de placa elástica con conducción de calor de tipo Moore-Gibson-Thompson. Con el objetivo de buscar mecanismos de estabilización para el modelo de vibraciones verticales de la placa es propuesto un problema de control. Analizamos a existência y unicidad de soluciones del problema de control óptimo y mostramos que el control es obtenido como control por retroalimentación. Para ello describiremos el enfoque de la Programación Dinámica, que consiste, esencialmente, en solucionar la ecuación de Riccati y provar que a variable estado es obtenido como solución de una ecuación diferencial de ciclo cerrado.

Referencias

- [1] BENSOUSSAN, A., DA PRATO, G., DELFOUR, M. Y MITTER, S., *Representation and Control of Infinite Dimensional Systems*, 2nd edit., Birkhäuser, 2007.
- [2] BUCCI, F. Y LASIECKA, I., *Feedback control of the acoustic pressure in ultrasonic wave propagation*. Interdisciplinary and Applied Mathematics, Springer, 2018.
- [3] FERNÁNDEZ SARE H. AND QUINTANILLA, R., *Moore Gibson Thompson Thermoelastic Plates - Comparisons*. Em Proceso de Submisión, 2023.
- [4] QUINTANILLA, R., *Moore-Gibson-Thompson thermoelasticity*. Mathematics and Mechanics of Solids, Vol. 24 (12), 4020-2031 2019.
- [5] TUCSNAK, M. Y WEISS, G., *Observation and Control for Operator Semigroups*, 2nd edit., Birkhäuser, 2009.

32. Una ecuación parabólica no-lineal con un operador del tipo $p(b(u))$ -Laplaciano

Eugenio Cabanillas Lapa

Nonlinear parabolic equation involving $p(b(u))$ -Laplacian-like operator

Eugenio Cabanillas Lapa
cleugenio@yahoo.com

Instituto de Investigación de Matemática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Resumen

El objetivo de este trabajo es estudiar la existencia de soluciones débiles para una ecuación parabólica no lineal con un operador del tipo $p(b(u))$ -Laplaciano. Establecemos nuestros resultados utilizando el método de discretización temporal y el método de la energía, combinados con una técnica de perturbación singular y el teorema del punto fijo de Schauder.

33. Una caracterización de la estructura de los atractores uniformes

Rodiak Nicolai Figueroa López

A characterization of the structure of uniform attractors

Rodiak Nicolai Figueroa López

rodiak@ufscar.br

Departamento de Matemática, UFSCar, São Carlos - SP, Brasil

Resumen

The forward dynamics of nonautonomous dynamical systems in terms of forward attractors. We first, by weakening the uniformity of attraction we introduced semiuniform forward attractors and minimal (nonuniform) forward attractors. With these semiuniform attractors, a characterization of the structure of uniform attractors was given: a uniform attractor is composed of two semiuniform attractors and bounded complete trajectories connecting them. A criterion for certain semiuniform attractors to have finite fractal dimension was given and the finite dimensionality of uniform attractors was discussed. A sufficient condition and a necessary condition for a time-dependent set to be forward attracting were given with illustrative counterexamples.

Joint work with the professors PhD. José A. Langa (Universidad de Sevilla), PhD. Hongyong Cui (Huazhong University of Science and Technology) and PhD. Marcelo J. D. Nascimento (UFSCar, Brazil).

Research partially supported by Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Finance Code 001, by process #200887/2022-0, National Council for Scientific and Technological Development - Brazil (CNPq) and #102286/2024-8, National Council for Scientific and Technological Development - Brazil (CNPq).

Referencias

- [1] CUI, H.; LANGA, J.A.; NASCIMENTO, M.J.D; **FIGUEROA-LÓPEZ, R.N.** *Forward Attraction of Nonautonomous Dynamical Systems and Applications to Navier–Stokes Equations. SIAM Journal on Applied Dynamical Systems.*
<https://doi.org/10.1137/23M1626384>
- [2] A. N. CARVALHO, J. A. LANGA, AND J. C. ROBINSON, *Attractors for infinite-dimensional non-autonomous dynamical systems*, vol. 182, Springer, 2013.
- [3] V. V. CHEPYZHOV AND M. I. VISHIK, *Attractors for equations of mathematical physics*, vol. 49, American Mathematical Society Providence, RI, USA, 2002.
- [4] H. CUI, A. N. CARVALHO, A. C. CUNHA, AND J. A. LANGA, *Smoothing and finite-dimensionality of uniform attractors in Banach spaces*, Journal of Differential Equations, (2021), pp. 383–428.

34. Análisis Predictivo de Anemia en niños menores de 5 Años en Perú mediante Regresión Logística Binaria en 2023

Ronald Huayhua Huayhua

Predictive Analysis of Anemia in children under 5 years of age in Peru using Binary Logistic Regression in 2023

Ronald Huayhua Huayhua

ronald.huayhua@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Universitaria cruce con Av. Venezuela cuadra 34, Lima, Perú

Resumen

La anemia en niños menores de 5 años es una preocupación importante de salud pública en Perú, dado su impacto en el desarrollo infantil y su alta prevalencia en áreas vulnerables. Este estudio, realizado en 2023, aplicó un modelo de regresión logística binaria para predecir la presencia de anemia en esta población, utilizando datos sobre factores sociodemográficos, nutricionales y de acceso a servicios de salud. Los resultados destacaron la importancia de variables como el bajo consumo de hierro, el limitado acceso a servicios médicos y el nivel educativo de los padres, factores que incrementan significativamente la probabilidad de anemia en los niños.

El modelo predictivo desarrollado permite identificar grupos de riesgo y proporcionar una herramienta útil para la toma de decisiones en políticas de salud pública. Los hallazgos de este estudio pueden orientar estrategias preventivas y programas de intervención dirigidos a reducir la anemia en áreas de alta vulnerabilidad, optimizando el uso de recursos y promoviendo el desarrollo saludable de los niños peruanos.

Palabras claves: Anemia, Modelo de Regresión Logística

35. Optimización Inteligente de Rutas de Entrega con Algoritmos Avanzados y Heurísticas

Micaela Mia Canales Cabanillas

[Intelligent Optimization of Delivery Routes with Advanced Algorithms and Heuristics](#)

Micaela Mia Canales Cabanillas

micaela.canales@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Universitaria cruce con Av. Venezuela cuadra 34, Lima, Perú

Ronald Huayhua Huayhua

ronald.huayhua@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Av. Universitaria cruce con Av. Venezuela cuadra 34, Lima, Perú

Resumen

Este estudio examina la optimización de rutas de entrega mediante el uso de algoritmos avanzados y heurísticas para mejorar la eficiencia en logística. La logística de distribución enfrenta desafíos constantes debido a la necesidad de reducir tiempos y costos de entrega, especialmente en entornos complejos con múltiples destinos y restricciones de capacidad. En este contexto, se aplican algoritmos como el algoritmo genético y la optimización por colonia de hormigas, que permiten encontrar rutas óptimas o cercanas al óptimo con tiempos de cómputo reducidos.

Mediante implementaciones en Python, el estudio evalúa y compara el rendimiento de distintos algoritmos en diversos escenarios, ajustando parámetros para analizar su impacto en la eficiencia de cada método. El análisis comparativo muestra las ventajas y limitaciones de cada enfoque, proporcionando recomendaciones prácticas sobre las mejores estrategias de optimización en diferentes problemas de rutas en logística. Esta investigación busca contribuir al campo de la optimización logística ofreciendo soluciones efectivas y adaptables a problemas reales de entrega.

Descriptores: Optimización de rutas de entrega, Algoritmos evolutivos, Algoritmo genético, Heurísticas para distribución eficiente, Algoritmos de optimización en Python

36. Categoría de modelos cerrada para ind-módulo

Norberto Jaime Chau Pérez

Categoría de modelos cerrada para ind-módulo

Norberto Jaime Chau Pérez

jchau@pucp.edu.pe

Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú

Resumen

En este artículo de *categoría de modelos cerrada*, tal como la define Quillen [3], es una categoría con tres clases específicas de morfismos: fibraciones, cofibraciones y equivalencias débiles, los cuales cumplen cinco axiomas, éstos tienen su base en algunas propiedades que cumplen los espacios topológicos. Pero no solamente la categoría de los espacios topológicos es una categoría de modelos cerrada. *Existen muchas otras y entre ellas está la categoría Ch_R de complejos de cadenas de R -módulos.* Las categorías de modelos la cerrada cumplen los siguientes axiomas:

CM1 Límites y colímites finitos existen en $\mathcal{C}$.

CM2 $Fib \subset r(Cof \cap W)$ y $Cof \subset l(Fib \cap W)$, donde $r(Cof \cap W)$ es el conjunto de morfismos de $Cof \cap W$ que tienen la propiedad del levantamiento a derecha y $l(Fib \cap W)$ es el conjunto de morfismos de $Fib \cap W$ que tienen la propiedad del levantamiento a izquierda.

CM3 $\forall f \in Mor(\mathcal{C}) : f = p \circ i = p' \circ i'$ donde $p \in Fib$,
 $i \in Cof \cap W, p' \in Fib \cap W, i' \in Cof$.

CM4 Si un triángulo conmutativo dos de tres morfismos son equivalencias débiles entonces el tercero también lo es.

CM5 W, Fib y Cof son estables por retractos.

Referencias

- [1] Dwyer, W.G. and Spalinski: “*Homotopy theories and model categories*”, Handbook of algebraic topology, 1(1995)29-36 .
- [2] Mac Lane, S.: “*Categories for the Working Mathematicians*”, Graduates Texts in Mathematics, Springer, Berlín, 5(1971).
- [3] Quillen, D.G.: “*Homotopical Algebra*”, Lectures Notes in Mathematics, Springer-Verlag- Berlín-Heidelberg-New York, 43(1967)5,5.1-5.5.

37. Bifurcaciones de conjuntos sillar en sistemas semidinámicos

Luis Aguirre Castillo

Bifurcations of saddle sets in semidynamic systems

Luis Aguirre Castillo

lac@xanum.uam.mx

Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, CDMX, México

Resumen

Dada una familia de sistemas semidinámicos que dependen de un parámetro (familia de flujos continuos) con un conjunto compacto invariante común (equilibrio), suponemos que para cierto valor crítico del parámetro el conjunto invariante es inestable y para valores del parámetro arbitrariamente cercanos al valor crítico es asintóticamente estable (ganancia extracrítica o pérdida crítica de la estabilidad). Se dice que un conjunto invariante común de la familia de sistemas semidinámicos sufre una bifurcación extracrítica, si al sobrepasar (perturbar) el valor crítico del parámetro, surgen nuevos conjuntos invariantes ajenos al conjunto invariante común. Un conjunto silla, en el contexto de sistemas semidinámicos, se define como un conjunto invariante compacto aislado de conjuntos invariantes compactos que no es atractor ni repulsor. Aplicamos el principio de persistencia de la inestabilidad formulado por P. Seibert y el método topológico de Wazewski como herramientas, para probar que los conjuntos invariantes que surgen de la bifurcación extracrítica a partir de un conjunto invariante con estructura de conjunto silla (inestable) tienen la estructura de conjuntos silla. Ilustraremos este resultado mediante sistemas dinámicos definidos por ecuaciones diferenciales que dependen de un parámetro con un punto de equilibrio común.

Referencias

- [1] AGUIRRE, L., AND SEIBERT, P., *Bifurcations from unstable equilibria*, Aport Mat. XXVII Congr. Nac. Soc. Mat. Mexicana., Serv. Com. **16** (1995), 165-171.
- [2] AGUIRRE, L. AND SEIBERT, P., *Types of change of stability and corresponding types of bifurcations*. Discrete and Continuous Dynamical Systems, 1999, (4): 741-752.
- [3] MARCHETTI, F., NEGRINI, P., SALVADORI, L., SCALIA, M., *Liapunov direct method in approaching bifurcation problem*, Mat. Pura Appl. (4) **108** (1976) 211-226.
- [4] SEIBERT, P., FLORIO, J. S., *On the foundations of bifurcation theory*, Nonlin Analysis, T., M and A., **22** (1994) (8), 927-944.

38. Modelamiento matemático del enverdecimiento de los cítricos *Elmith Cattelin Alva Vidal*

Mathematical modelling of citrus greening

Elmith Cattelin Alva Vidal

ealva@utem.cl

Departamento de Matemática, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile

Fernando Huancas Suarez

fhuancas@utem.cl

Departamento de Ciencias Matemática, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago de Chile

Anibal Coronel Pérez

acoronel@ubiobio.cl

Departamento de Matemática, Universidad del Bío Bío, Chile.

Resumen

Este estudio propone dos modelos matemáticos, que nace de la base de dos modelos epidemiológicos formulados por Anguelov et al. [1] y Djeflal et al. [4], para describir la dinámica del enverdecimiento de los cítricos, a través del psílido *Diaphorina citri*, vector que transmite la bacteria *Candidatus Liberibacter asiaticus* a los cítricos, los cuales después de esta interacción desarrollan la enfermedad, de la cual no se recuperan. Puesto que, la enfermedad puede aparecer en un periodo de tiempo por las condiciones ambientales, se incorpora al primer modelo la estacionalidad y mediante la teoría del grado de coincidencia de Mawhin se demuestra la existencia de soluciones periódicas positivas. Además, las condiciones ambientales de la zona geográfica en la que viven los vectores adultos, pueden ayudar aumentar su capacidad de vuelo, y así propagar más rápido la enfermedad. Es por ello, que se hace necesario incorporar difusión en la población adulta de vectores, y mediante la Teoría de Semigrupo, se reescribe el sistema del modelo como un problema abstracto de Cauchy, mediante el cual se prueba la existencia de soluciones para dicho sistema.

Referencias

- [1] Anguelov, R., Lubuma, J., and Dumont, Y. (2012). Mathematical analysis of vector-borne diseases on plants. In *2012 IEEE 4th International Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization and Applications*, pages 22–29. IEEE.
- [2] A. CORONEL, F. HUANCAS, E. LOZADA, M. ROJAS-MÉDAR, The Dubovitskii and Milyutin Methodology Applied to an Optimal Control Problem Originating in an Ecological System, *Mathematics*. **9(5)** (2021), 479.
- [3] Barbu, Viorel. *Mathematical Methods in Optimization of Differential Systems*. Department of Mathematics, University "Al. I. Cuza", Iași, Romania.
- [4] Djeflal, K. B., Djilali, S., Gul, N., Ahmad, Z., and Saeed, T. (2023). Mathematical analysis of huan-glongbing transmission model in a periodic environment. *FRACTALS (fractals)*, 31(10):1–16.
- [5] L.C. Evans, *Partial Differential Equations*. American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 1997.
- [6] MAIA MARTCHEVA, An Introduction to Mathematical Epidemiology, *Texts in Applied Mathematics* **61** (2010)
- [7] M. BENDAHMANE, Analysis of a reaction-diffusion system modeling predator-prey with prey-taxis, *Networks and Heterogeneous Media* **3(4)** (2008), 863–879.
- [8] R. A. Adams, *Sobolev Spaces*, Pure and Applied Mathematics, Vol. 65. Academic Press, New York-London, 1975.
- [9] S. CHINVIRIYASIT, W. CHINVIRIYASIT, Numerical Modelling of an SIR epidemic model with diffusion, *Applied Mathematics and Computation* **216** (2010), 395–409.
- [10] X. HUILI, L. BIN, Solving the inverse problem of an SIS epidemic reaction–diffusion model by optimal control methods, *Computers and Mathematical with Applications*, **70** (2015), 805–819.

39. Autovalores del operador Laplaciano

Javier Damaso Leva Cordova

[Eigenvalues of the Laplacian operator](#)

Javier Damaso Leva Cordova

jleva@utem.cl

Departamento de Matemática, Universidad Tecnológica Metropolitana, Campus Ñunoa, Santiago, Chile.

Francisco Javier Vielma Leal

fvielma@utem.cl

Departamento de Matemática, Universidad Tecnológica Metropolitana, Campus Ñunoa, Santiago, Chile.

Resumen

Las propiedades espectrales del operador Laplaciano tienen diversas aplicaciones en diferentes campos de la ciencias tales como la Física y la Biología. Durante esta charla usaremos el Método de expansión en autofunciones para abordar el problema de autovalores y autofunciones del operador Laplaciano sujeto a condiciones de frontera de tipo Neumann homogéneas en diferentes dominios geométricos tanto unidimensionales (intervalo) como bidimensionales (rectángulo, cuadrado, triángulo isósceles recto y el círculo). Determinaremos soluciones no triviales del problema elíptico, enfatizando la dependencia de las propiedades espectrales del operador Laplaciano con la geometría del dominio.

40. En torno al centenario de la formulación del primer modelo depredador-presa. Revisión, innovaciones y perspectivas de una atrayente interrelación

Eduardo González-Olivares

En torno al centenario de la formulación del primer modelo depredador-presa. Revisión, innovaciones y perspectivas de una atrayente interrelación

Eduardo González-Olivares

eduardo.gonzalez@pucv.cl

Ex Profesor, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Resumen

A partir del modelo depredador-presa formulado por el matemático italiano Vito Volterra en 1926 [10], una creciente complejidad y realismo natural se han ido incorporando al marco formal fundamental de los modelos de depredación [1],

Este seminal modelo, publicado hace casi cien años, coincide con otro sistema propuesto por el físico-químico Alfred J. Lotka, sobre reacciones químicas [7]; por eso es conocido como *modelo de Lotka-Volterra* [8, 9].

Es bien sabido que el empleo de modelos matemáticos o estadísticos en diversos ámbitos del conocimiento humano es un tema fundamental, aunque a veces polémico.

La diversidad y las diferencias existentes en el mundo real han permitido profundizar los estudios en Ecología de Poblaciones y específicamente en la teoría depredador-presa [3, 5], usando diversas herramientas matemáticas.

En esta presentación, mostraremos la dinámica de varios modelos de depredación, descritos por sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias autónomas, incorporando algunos fenómenos ecológicos (uso de refugio, miedo de las presas, comportamiento de rebaño, etc.), en modelos básicos propuestos por el biólogo ruso Georgii F. Gause en 1934 [4], y por el fisiólogo escocés Patrick Holt Leslie en 1948 [6].

Trataremos de dejar planteados algunos problemas abiertos para los interesados, fundamentados en las actuales tendencias en esta área de la modelación, los cuales deben satisfacer los criterios establecidos en [2].

Referencias

- [1] A. D. Bazykin, *Nonlinear Dynamics of interacting populations*, World Scientific 1998.
- [2] A. A. Berryman, A. P. Gutierrez, R. Arditi, Credible, parsimonious and useful predator-prey models - A reply to Abrams, Gleeson, and Sarnelle, *Ecology* 76 (6) (1995) 1980-1985.
- [3] H. I. Freedman, *Deterministic Mathematical Model in Population Ecology*, Marcel Dekker, 1980.
- [4] G. F. Gause, *The Struggle for Existence*, The Williams & Wilkins company, Baltimore, 1934.
- [5] B-S Goh, *Management and Analysis of Biological Populations*, Elsevier Scientific Publishing Company, 1980.
- [6] P. H. Leslie, Some further notes on the use of matrices in population mathematics, *Biometrika* 35 (1948) 213-245.
- [7] A. J. Lotka, *Elements of Physical Biology*, Williams and Wilkins, 1925.
- [8] R. M. May, *Stability and complexity in model ecosystems*, (2nd edition) Princeton University Press, 2001.
- [9] P. Turchin, *Complex population dynamics. A theoretical/empirical synthesis*, Monographs in Population Biology 35 Princeton University Press, 2003.
- [10] V. Volterra. Variazioni e fluttuazioni del numero de individui in specie animali conviventi, *Memorie della R. Accademia dei Lincei*, S.VI, IT. 2 (1926) 31-113

41. Modelado para conchas de Gasterópodos mediante Parametrización de Superficies

Mauro Alonso Ttito Huamanhuilca

[Modeling for Gasteropod Shells through Surface Parametrization](#)

Mauro Alonso Ttito Huamanhuilca

sacredc123@gmail.com

Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú

Resumen

La investigación desarrolla un modelo matemático para describir el comportamiento de conchas de gasterópodos, cuya estructura se caracteriza por un comportamiento autosemejante. La forma de la concha se modela desplazando una curva cerrada C a lo largo de una hélico-espiral $\mathcal{H}$, con una razón de decrecimiento equivalente a la reducción del radio $e^{\theta d}$ de una espiral logarítmica. Se hace uso de la parametrización de superficies considerado un sistema de referencia fijo; con apoyo del software

de diseño Archicad se estima el valor de los parámetros y con Maple se diagrama las superficies. El modelo desarrollado consta de 22 parámetros y considera ornamentación (nervaduras, protuberancias, nódulos y espinas); permite la rotación independiente de la curva generatriz en las tres dimensiones y la variación en su forma. La aplicabilidad del modelo se refleja al modelar exitosamente 24 especies diferentes, demostrando su versatilidad en la generación de una amplia gama de formas y patrones ornamentales en conchas. El modelo ofrece implicancias en Áreas de la Biología, la Paleontología y la Matemática Aplicada orientada a describir patrones y estructuras naturales.

Referencias

- [1] CONTRERAS-FIGUEROA, G., & ARAGÓN, J. L. (2023). *A Mathematical Model for Mollusc Shells Based on Parametric Surfaces and the Construction of Theoretical Morphospaces*. Diversity, 15(3), 431.
- [2] CORTIE, M. B. (1989). *Models for mollusc shell shape*. South African Journal of Science, 85, 454-460.
- [3] MOSELEY, H. (1838). XVII. *On the geometrical forms of turbinated and discoid shells*. Philosophical Transactions Of The Royal Society Of London, 128, 351-370.
- [4] PICADO, J. (2009). *Seashells: the plainness and beauty of their mathematical description*. MAA Mathematical Sciences Digital Library, 1-18.
- [5] RAUP, D. M. (1966). *Geometric Analysis of Shell Coiling: General Problems*. Journal of Paleontology, 40(5), 1178-1190.

42. Aplicaciones del Lema de Zorn

Fidel Eduardo Huayhuas Chipana

[Applications of Zorn's Lemma](#)

Fidel Eduardo Huayhuas Chipana
fidelmatematico@gmail.com

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar el Lema de Zorn y algunas de sus aplicaciones en diversas áreas de la matemática. A continuación, se presentan algunas de ellas:

- En **álgebra lineal**: Existencia de bases en espacios vectoriales.
- En **álgebra conmutativa**: Existencia de ideales maximales en anillos conmutativos con unidad.
- En **análisis funcional**: El teorema de Hahn-Banach (Forma analítica).
- En **ecuaciones diferenciales ordinarias**: Toda solución del Problema de Cauchy que no es maximal es extendible a una maximal.

Referencias

- [1] Coelho, F. U. (2001). *Curso de Álgebra Linear, um vol. 34*. Edusp.
- [2] Enderton, H. B. (1977). *Elements of Set Theory*. Academic Press.
- [3] Brezis, H. (2011). *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations* (Vol. 2, No. 3). Springer.
- [4] Atiyah, M. (2018). *Introduction to Commutative Algebra*. CRC Press.

43. Variedades flag simétricas y sus fibrados cotangentes como órbitas de grupos de Lie clásicos

Ada Carolina García Rojas

Symmetric flag manifolds and their cotangent bundles as orbits of classical Lie groups

Ada Carolina García Rojas
a1662248@dac.unicamp.br
 UNICAMP, egresada UNT

Resumen

Se estudian los espacios simétricos que además son variedades Flag $\mathbb{F}_\Theta$ de grupos de Lie clásicos compactos U . Evidenciamos que los fibrados cotangentes de estas variedades Flag también son espacios simétricos (no compactos). Adicionalmente, se observa que los espacios simétricos duales de $\mathbb{F}_\Theta$ pueden ser estudiados como subvariedades de la órbita adjunta $\text{Ad}(G) \cdot H_\Theta$, donde G es el grupo de Lie complejo simple generado por U . Finalmente, se demuestra que los espacios simétricos con las características mencionadas son de tres clases y son descritas en forma algebraica.

Referencias

- [1] BERGER, M., *Les espaces symétriques noncompacts*, Annales scientifiques de l'École Normale Supérieure, Vol. 74, No. 2, 1957.
- [2] CAVENAGHI, L. F., GARCIA, C., GRAMA, L., MARTIN, L. A. S., *Symmetric spaces as adjoint orbits and their geometries*, Revista Matemática Complutense, 1-46, 2024.
- [3] GASPARIM, E., GRAMA, L., SAN MARTIN, L. A., *Adjoint orbits of semi-simple Lie groups and Lagrangian submanifolds*. Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, 60(2), 361-385, 2017.
- [4] KOBAYASHI, S. AND NOMIZU, K., *Foundations of differential geometry*, Vol. II, Interscience Publishers, 1969

44. Geometría y Regularización de Singularidades en Navier-Stokes: Un Enfoque desde el Teorema de Perelman

Hubert Roman Tello

Geometry and Regularization of Singularities in Navier-Stokes: An Approach Based on Perelman's Theorem

Hubert Roman Tello

hubert.roman@unmsm.edu.pe

Departamento de Matemática, UNMSM

Resumen

La comprensión de los flujos turbulentos y las singularidades en las ecuaciones de Navier-Stokes ha sido uno de los desafíos más fundamentales en la teoría de los fluidos y la física matemática. En particular, la dificultad de controlar la energía en dimensiones espaciales 3D, combinada con la naturaleza no lineal de estas ecuaciones, ha abierto un campo de investigación profundamente relacionado con el análisis funcional y la geometría diferencial. En este contexto, se presenta una propuesta de estudio que conecta el teorema de Perelman sobre la entropía geométrica y el flujo de Ricci con el comportamiento de las soluciones de Navier-Stokes y, en particular, con las singularidades de los flujos turbulentos.

El teorema de Perelman, que proporciona una solución al conjetura de Poincaré dentro del ámbito de la topología geométrica, también ofrece herramientas fundamentales para el análisis de la evolución geométrica de variedades a través del flujo de Ricci. Este flujo, que suaviza la curvatura de una variedad a medida que evoluciona, se presenta aquí como una metáfora de las técnicas de regularización utilizadas en la teoría de singularidades de ecuaciones de fluidos.

La correspondencia entre flujos geométricos y flujos turbulentos sugiere que el teorema de Perelman, al igual que el flujo de Ricci, podría ofrecer insights valiosos sobre el control de las singularidades en las ecuaciones de Navier-Stokes. Estamos interesados en estudiar el siguiente teorema:

Teorema (Perelman): Sea $g_{ij}(\cdot, t)$, con $-\infty < t < T$ y algún $T > 0$, una κ -solución antigua no plana para algún κ . Entonces, existe una sucesión de puntos q_k y una sucesión de tiempos $|t_k|^{-1}$ tal que las escalas de $g_{ij}(\cdot, t)$ alrededor de q_k , con un factor $|t_k|^{-1}$, y con los tiempos t_k trasladados al nuevo tiempo cero, convergen en la topología C_{loc}^∞ a un soliton encogiente de gradiente no plano.

45. Existencia de solución del problema de Cauchy asociado a una ecuación de n-ésimo orden

Yolanda Silvia Santiago Ayala

Existence of solution to the Cauchy problem associated with an n-th order equation

Yolanda Silvia Santiago Ayala

ysantiagoa@unmsm.edu.pe

Departamento de Matemática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Resumen

In this work, we prove that the Cauchy problem associated to n -th order equation in periodic Sobolev spaces is globally well posed when n is an even number multiple of four. We do this in an intuitive way using Fourier theory and in a fine version using semigroups theory. We also demonstrate the dissipative property of the Cauchy problem using differential calculus on Sobolev spaces. Finally, we give some applications and generalizations.

Referencias

- [1] IORIO, R. AND IORIO V., *Fourier Analysis and partial Differential Equations*, Cambridge University, 2001.
- [2] LIU Z. AND ZHENG S., *Semigroups associated with dissipative system*, Chapman Hall/CRC, 1999.
- [3] SANTIAGO AYALA, Y., *Existencia de solución de un problema distribucional para una ecuación de Schrödinger generalizada*. *Selecciones Matemáticas*. 2022;9(01):24-34.
- [4] SANTIAGO AYALA, Y., *Wellposedness of a Cauchy Problem Associated to Third Order Equation*. *Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence*, 2022;10(4): 01-22.

46. Teorema del Valor Medio para integrales fraccionarias temperadas

Jesús Pascual Avalos Rodríguez

Mean Value Theorem for tempered fractional integral

Jesús Pascual Avalos Rodríguez

javalos@unitru.edu.pe

*Departamento Académico de Matemáticas, Grupo de Investigación: Cálculo Fraccionario y Aplicaciones,
Universidad Nacional de Trujillo - Perú*

Resumen

El *cálculo fraccionario temperado* ha surgido en los últimos años, y es considerado una generalización natural del *cálculo fraccionario clásico*. Esta clase de operadores puede generalizar varias formas de el cálculo fraccionario, que pueden describir la transición entre la difusión normal y anómala. En este trabajo se obtiene el resultado para el Teorema del Valor Medio para operadores fraccionarios temperados, algunos y algunos resultados referente a este tipo de operadores fraccionarios, como la integral y derivada fraccionarias de Riemann-Liouville temperadas,

$$\mathbb{I}_{a+}^{\alpha, \sigma} u(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_a^x (x-s)^{\alpha-1} e^{-\sigma(x-s)} u(s) ds, \quad (46.1)$$

$$\mathbb{D}_{a+}^{\alpha, \sigma} u(x) = \left(\frac{d}{dx} + \sigma \right)^n \mathbb{I}_{a+}^{n-\alpha, \sigma} u(x), \quad (46.2)$$

Siendo el resultado principal el siguiente,

Teorema del valor medio para la integral fraccionaria temperada: Sea $a < b$, $\alpha, \sigma > 0$ y $u \in C[a, b]$. Entonces, para cada $x \in (a, b)$, existe un $\xi \in (a, x)$, tal que

$$\mathbb{I}_{a+}^{\alpha, \sigma} u(x) = \frac{1}{\sigma^\alpha \Gamma(\alpha)} \gamma(\alpha, \sigma(x-a)) u(\xi);$$

donde $\gamma(\alpha, x) = \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt$ es la llamada la función gamma incompleta.

Referencias

- [1] Almeida, R., Luísa Morgado, M.: Analysis and numerical approximation of tempered fractional calculus of variations problems. J. Comput. Appl. Math. 361, 1–12 (2019).
- [2] Andrić, M., Pecarić, P., Perić, I.: Inequalities of Opial and Jensen. Element, Zagreb (2016)
- [3] Buschman, R.: Decomposition of an integral operator by use of Mikusinski calculus. SIAM J. Math. Anal. 3, 83–85 (1972)
- [4] Bullock, G.L.: A geometric interpretation of the Riemann-Stieltjes. Am. Math. Mon. 95(5), 448–455(1988)
- [5] Chen, M., Deng, W.: Discretized fractional substantial calculus. ESAIM: Math. Model. Numer. Anal. 49, 373–394 (2015)
- [6] del-Castillo-Negrete, D.: Truncation effects in superdiffusive front propagation with Lévy flights. Phys.Rev. E 79, 031120 (2009)
- [7] Diethelm, K.: Fractional Differential Equations. Springer, Berlin (2010)
- [8] Diethelm, K.: Monotonicity of functions and sing changes of their Caputo derivatives. Fract. Calc. Appl. Anal. 19(2), 561–566 (2016)
- [9] Rodríguez, J.A., Torres Ledesma, C.E. Mean Value and Taylor-Type Results for Tempered Fractional Derivatives. Bull. Malays. Math. Sci. Soc. 47, 82 (2024). <https://doi.org/10.1007/s40840-024-01675-7>

47. La propiedad de Mas-Collel y cuasi convexidad en optimización no convexa

Fabián Flores-Bazán

Mas-Collel properness condition and almost convexity in nonconvex optimization

Fabián Flores-Bazán
fflores@ing-mat.udec.cl

Departamento de Ingeniería Matemática, Universidad de Concepción, Concepción, Chile

Resumen

In last years practitioners and theorists are paying attention on general nonconvex optimization problems due to the presence of modern tools to face such problems. This paper deals with the infinite dimensional framework. Firstly, motivated by the finite dimensional case, two notions of almost convexity are introduced, and establish some relationships between the function itself and its lower semicontinuous hull. In particular, it is shown that every local minimizer is global for such classes of functions. Another important issue in the study of optimization problems is to know when the subdifferential of a given nonconvex function at a reference point is nonempty. On this regards, we establish some characterizations for the nonemptiness of such a subdifferential in terms of quasi (relative) interior of suitable conic hulls. Applications to provide necessary and sufficient conditions for the fulfillment of strong duality property are also given.

Referencias

- [1] MURRAY, J. D. , *Mathematical Biology*, Vol. 1 y 2, 2nd edit., Springer, 2002.
- [2] OKUBO, A. Y LEVIN, S. A., *Diffusion and Ecological Problems, Modern Perspectives*. Interdisciplinary and Applied Mathematics, Springer, 2001.

48. Un marco para el desarrollo de diferencias miméticas

Miguel A. Dumett

[Un marco para el desarrollo de diferencias miméticas](#)

Miguel A. Dumett
mdumett@sdsu.edu

Research Professor, Computational Science Research Center, San Diego State University

Resumen

Las diferencias miméticas son uno de los métodos utilizados para resolver numéricamente ecuaciones diferenciales parciales. La principal propiedad de estos métodos es que replican en forma discreta las diferentes identidades y propiedades de algún tipo de cálculo en el continuo, sea este vectorial, tensorial y/o exterior, u obtienen las identidades y propiedades a partir de alguna identidad integral del cálculo vectorial. En esta presentación mostraremos un marco abstracto en donde el foco principal está en obtener a partir de las propiedades e identidades, automáticamente satisfechas sin necesidad de especificar las representaciones discretas de los diferentes operadores, solo estableciendo ciertas relaciones entre los mismos. Al final se indican diferentes áreas de aplicaciones que se están expandiendo para incluir los métodos miméticos debido a esta formulación abstracta.

49. Dinámica de un modelo de población bajo efecto Allee e Inmigración denso–dependiente

Aaron Guajardo Alvarez

Dynamics of a population model under the Allee e effect Dense–dependent immigration

Aaron Guajardo Alvarez
Magíster en Biomatemática
aguajardo@utem.cl

Departamento de Matemática, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago, Chile

Resumen

El propósito de este trabajo es analizar la dinámica de un modelo matemático que describe la conservación de una especie bajo el efecto Allee, considerando también la migración. Para ello, se propone un sistema de ecuaciones diferenciales no lineales que modela la evolución de la población. Se llevará a cabo un análisis cualitativo del sistema, identificando sus puntos de equilibrio y, posteriormente, linealizando el modelo. Finalmente, se determinará la estabilidad local de los puntos de equilibrio obtenidos.

Referencias

- [1] Gustavo A Ossandón and Ricardo Castro Santis. Population dynamics with density – dependent immigrations and allee effect. *Revista Colombiana de Matemáticas*. 2018.
- [2] Eduardo González-Olivares, Jaime Mena-Lorca, Alejandro Rojas-Palma, and José D. Flores. Dynamical complexities in the leslie gower predator prey model as consequences of the allee effect on prey. *Applied Mathematical Modelling*. 2011.
- [3] Fred Brauer and Carlos Castillo-Chavez. *Mathematical models in population biology and epidemiology*, volume 2. Springer. 2012.
- [4] Diego J Rodríguez. Modelos de metapoblaciones y de la dinámica espacio-temporal de comunidades. *Interciencia*, 31(7) : 547–548, 2006.
- [5] Fernando R Momo and Angel F Capurro. *Ecología matemática: principios y aplicaciones*. Ediciones Cooperativas. Buenos Aires, pages 17–36, 2006.

50. Sales center location, green open vehicle routing for product transport in the urban context, and their future perspectives with the circular economy

José Rodríguez-Melquiades

Sales center location, green open vehicle routing for product transport in the urban context, and their future perspectives with the circular economy

José Rodríguez-Melquiades

jrodriguez@unitru.edu.pe

Departamento de Informática, Optimización en logística y combinatoria, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Lourdes Ramirez Cerna

lramirec@ulima.edu.pe

Universidad de Lima, Optimización en logística y combinatoria, Carrera de Ingeniería de Sistemas, Perú

Resumen

Cities in various countries, including those in South America, are undergoing changes to improve living conditions. One such change involves acquiring products efficiently and promptly. This is the current reality of the globalized world. In this context of a consumerist society, locating sales centers and vehicle routing constitute a great support to optimize the process of serve people. This proposal develops an optimization model based on the mixed integer linear programming methodology and a new hybrid algorithm based on the k-means algorithm and local search. Therefore, they are a great contribution to the supply chain and environmental care because they not only optimize the process of serving customers by applying location-routing problems but also determine fuel consumption and measure the CO2 generation. The model implemented in GLPK (GNU Linear Programming Kit) obtains optimal results in small scenarios of up to 19 customers. For larger scenarios of 30 or 50 customers, the hybrid algorithm obtains good results in short processing times.

51. Simulación de la probabilidad de error tipo I empleando programación paralela

Francisco Novoa Muñoz

[Simulation of Type I error probability using parallel programming](#)

Francisco Novoa Muñoz

fnovoa@ubiobio.cl

Departamento de Enfermería, Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile

Resumen

Simular la probabilidad de error tipo I es una poderosa herramienta estadística que permite confirmar si el test estadístico alcanza el nivel nominal establecido. Sin embargo, su implementación computacional tiene el inconveniente que los tiempos de ejecución son significativamente largos. Por ello, en este trabajo se analiza el desempeño de dos implementaciones paralelas (parRapply y boot) que reducen significativamente el tiempo de ejecución al simular la probabilidad de error tipo I lo cual se ilustra usando un test de bondad de ajuste para la distribución de Poisson bivariada. Los resultados obtenidos demuestran cómo las estrategias de paralelización aceleran las simulaciones, reduciendo el tiempo entre un 50 % y un 90 % al utilizar de 2 a 12 procesadores funcionando en paralelo. Esta reducción se evidencia gráficamente ya que el tiempo de ejecución de las versiones paralelas analizadas se ajusta casi perfectamente ($R^2 \approx 0.999$) al modelo de potencia $y = ap^b$, donde p es el número de procesadores utilizados, $a > 0$ y $b < 0$ son las constantes del modelo. Además, se demuestra que las estrategias de paralelización analizadas escalan con un número creciente de procesadores. Todos los algoritmos se implementaron en el lenguaje de programación R.

Referencias

- [1] Novoa-Muñoz, F.; Jiménez-Gamero, M.D. Testing for the bivariate Poisson distribution. *Metrika* **2014**, *77*, 771–793. <https://doi.org/10.1007/s00184-013-0464-6>.
- [2] Trabes, G.; Wainer, G.; Gil-Costa, V. A Parallel Algorithm to Accelerate DEVS Simulations in Shared Memory Architectures. *IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst.* **2023**, *34*, 1609–1620. <https://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TPDS.2023.3256083>.
- [3] Wu, X.; Kolar, A.; Chung, J.; Jin, D.; Suchara, M.; Kettimuthu, R. Parallel Simulation of Quantum Networks with Distributed Quantum State Management. *ACM Trans. Model. Comput.* **2024**, *34*, 1–28. <https://doi.org/10.1145/3634701>.
- [4] R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2022.
- [5] Urbanek, S. *Multicore: Parallel Processing of R Code on Machines with Multiple Cores or CPUs*; 2014.
- [6] Canty, A.; Ripley, B.D. *boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions*. R Package Version 1.3-30; 2024.

52. Algunos modelos estocásticos en finanzas. Simulación con Python

Dennis Quispe Sanchez

[Some Stochastic Models in Finance. Simulation with Python](#)

Dennis Quispe Sanchez

dquispe@unitru.edu.pe

Departamento de Matemática, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Obidio Rubio Mercedes

orubio@unitru.edu.pe

Departamento de Matemática, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Resumen

Los modelos estocásticos son esenciales en finanzas, ya que permiten incorporar la incertidumbre y la aleatoriedad de los mercados al modelar la evolución de precios de activos, tasas de interés y otras variables. Modelos como el Movimiento Browniano Geométrico y el Proceso de Ornstein-Uhlenbeck se utilizan para describir el comportamiento de estos factores. Las simulaciones, especialmente Euler-Maruyama y Milstein, se emplean para estimar valores financieros como precios de opciones y riesgos de portafolio. Python, con sus bibliotecas como NumPy y Matplotlib, es una herramienta poderosa para implementar y simular estos modelos, ayudando en la toma de decisiones financieras y gestión de riesgos. En esta presentación, abordaremos los principios detrás de algunos de estos modelos estocásticos y mostraremos cómo pueden ser simulados utilizando Python para extraer información valiosa sobre la toma de decisiones financieras y la gestión de riesgos.

Referencias

- [1] D'AMBROSIO, R., *Numerical Approximation of Ordinary Differential Problems. From Deterministic to Stochastic Numerical Methods*, Unitem, Springer, 2023.
- [2] KELLY, C., *Computation and Simulation for Finance. An Introduction with Python*, Springer Undergraduate Texts in Mathematics and Technology, Springer, 2024.

)(enviada)(confirmado)

53. Aproximación de orden superior de la solución del sistema micropolar con amortecimiento no lineal por la solución de su parte lineal

Franco Manuel Diaz Vega

[Some Stochastic Models in Finance. Simulation with Python](#)

Franco Manuel Diaz Vega

franco.diaz@ufpe.br

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Resumen

El objetivo del presente trabajo es obtener tasas de decaimiento de orden superior para un sistema micropolar con amortecimiento no lineal que se muestra acotación

$$\begin{aligned} u_t + u \cdot \nabla u + \nabla p + \sigma |u|^{\beta-1} u &= (\mu + \chi) \Delta u + 2\chi \nabla \times w \\ w_t + u \cdot \nabla w &= \gamma \Delta w + \kappa \nabla (\nabla \cdot w) + 2\chi \nabla \times u - 4\chi w \end{aligned} \quad (53.3)$$

$$\nabla \cdot u = 0$$

de condiciones iniciales $(u_0, w_0) \in L^2_\sigma(\mathbb{R}^3) \times L^2(\mathbb{R}^3)$, y

$$\|(u, w)(\cdot, t) - (u_0, w_0)\|_{L^2(\mathbb{R}^3)} \rightarrow 0 \quad \text{cuando} \quad t \rightarrow 0$$

donde $u(x, t) = (u_1(x, t), u_2(x, t), u_3(x, t)) \in \mathbb{R}^3$ denota el campo de velocidad, el campo $w(x, t) = (w_1(x, t), w_2(x, t), w_3(x, t)) \in \mathbb{R}^3$ describe la velocidad micro-rotacional y $P(x, t) \in \mathbb{R}$ la presión total del fluido en el punto (x, t) . Las letras μ, γ y χ son constantes positivas que están asociadas a propiedades físicas del material. Para ser mas exacto μ y γ son las viscosidades cinemática y de giro, respectivamente. Complementando χ es viscosidad de vortice.

Sea la solución del sistema (53.3) dada por

$$\mathbf{z}(\cdot, t; t_0) = (\mathbf{u}(\cdot, t), \mathbf{w}(\cdot, t)).$$

Denotemos la solución de la parte lineal de (53.3) por

$$\bar{\mathbf{z}}(\cdot, t; t_0) = (\bar{\mathbf{u}}(\cdot, t; t_0), \bar{\mathbf{w}}(\cdot, t; t_0)),$$

por simplicidad de notación, escribimos

$$\varepsilon_{\mathbf{z}}(\cdot, t; t_0) := \mathbf{z}(\cdot, t) - \bar{\mathbf{z}}(\cdot, t; t_0),$$

y

$$\varepsilon_{\mathbf{w}}(\cdot, t; t_0) := \mathbf{w}(\cdot, t) - \bar{\mathbf{w}}(\cdot, t; t_0).$$

En este trabajo obtenemos las siguientes propiedades que van hacer demostradas:

$$\limsup_{t \rightarrow \infty} t^{\alpha + \frac{m}{2}} g(t) \|\nabla^m \varepsilon_{\mathbf{z}}(\cdot, t; t_0)\|_{L^2(\mathbb{R}^3)} < \infty \quad ; \quad \forall t_0 \geq 0 \quad (53.4)$$

$$\limsup_{t \rightarrow \infty} t^{\alpha + \frac{m+1}{2}} g(t) \|\nabla^m \varepsilon_{\mathbf{w}}(\cdot, t; t_0)\|_{L^2(\mathbb{R}^3)} < \infty \quad ; \quad \forall t_0 \geq 0, \quad (53.5)$$

es decir, cuando la viscosidad χ está presente, obtenemos un decaimiento (más rápido) para (53.5), donde

$$g(t) = \begin{cases} 1 & , \quad 0 \leq \alpha < 1/2 \quad , \quad \forall \frac{4\alpha+7}{4\alpha+3} \leq \beta < \frac{10}{4\alpha+3} \\ t^{\frac{1}{4}} (\ln t)^{-1} & , \quad \alpha = 1/2 \quad , \quad \beta = \frac{10}{4\alpha+3} \\ t^{-\alpha + \frac{3}{4}} & , \quad 1/2 < \alpha \leq 3/4 \quad , \quad \forall \beta > \frac{10}{4\alpha+3}. \end{cases}$$

para $m \geq 0$ entero y para todo $0 \leq \alpha \leq 3/4$.

Palabras claves: Ecuaciones de fluidos micropolares, Tasas de decaimiento en $L^2(\mathbb{R}^3)$, amortecimiento no lineal.

54. Autoensamblaje de Coloides con Interacción Anisotrópica (Patchy Colloids) usando Simulaciones de Dinámica Browniana

Luis E. Cruzado Sánchez

Self-Assembly of Colloids with Anisotropic Interaction (Patchy Colloids) using Brownian Dynamics Simulations

Luis E. Cruzado Sánchez

luis_290695@hotmail.com

Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú

Franco M. Rubio López

frubio@unitru.edu.pe

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

Ronal A. Delacruz - Araujo

ronal.delacruz@unat.edu.pe

Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Huancavelica, Perú

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo el modelamiento y estudio de la dinámica de partículas con parches, en particular el caso específico cuando cada partícula tiene dos parches. Para lo cual, se implementó un potencial compuesto de tres tipos de potencial: un potencial de Morse que rige casi todo el comportamiento atractivo de las partículas, un potencial Lennard – Jones netamente repulsivo que ayuda a evitar posibles superposiciones de partículas, y un potencial que depende de la orientación de cada parche y completa el modelamiento al describir el posicionamiento de los parches. El método usado fue el de Simulación de Dinámica Browniana, que resuelve numéricamente las ecuaciones de Langevin, y cuyos cálculos ejecutados en un programa hecho en Fortran90. Para las simulaciones de partículas con un parche, se emplearon $N = 250$ partículas, una fracción volumétrica de $\phi = 0,05$ tamaños de parche de $\alpha = 66^\circ$ y $\alpha = 90^\circ$, y rangos de $\lambda = 1,2$ y $\lambda = 2,0$. Mientras que, para la simulación con dos parches colineales se usó emplearon $N = 200$ partículas, una fracción volumétrica de $\phi = 0,3$, un tamaño de parche de $\alpha = 37^\circ$ y un rango de $\lambda = 1,18$. Para un solo parches se encontraron 3 tipos de estructuras ya reportadas por varios autores previamente: Micelas, Gusanos y Biplacas. Mientras tanto, para el caso de 2 parches, el agregado encontrado en nuestras simulaciones fue una red conocida como Empaquetado Cerrado Hexagonal (HCP por sus siglas en inglés). Por lo tanto, el potencial de interacción implementado queda validado al haber correspondencia entre los resultados hallados aquí y en mostrados por otros investigadores.

Referencias

- [1] MUNAÓ, G., PREISLER, Z. , SMALLENBURG, T. Y SCIORTINO, F. , *Cluster formation in one-patch colloids: low coverage results*. Soft Matter, 2013.
- [2] DELACRUZ-ARAUJO, R. A., BELTRAN-VILLEGAS, D. J. , LARSON, R. G. Y CÓRDOVA-FIGUEROA, U. M. , *Rich Janus colloid phase behavior under steady shear*. Soft Matter. Soft Matter, 2016.
- [3] MILLER, W. L. Y CACCIUTO, A., *Hierarchical self-assembly of asymmetric amphiphatic spherical colloidal particles*. Physical Review E, 2009.
- [4] MALLORY, S. L. Y CACCIUTO, A., *Activity-Enhanced Self-Assembly of a Colloidal Kagome Lattice*. J. Am. Chem. Soc, 2019.
- [5]] REINHART, W. F. L. Y PANAGIOTOPOULOS, A. Z. , *Equilibrium crystal phases of triblock Janus colloids*. J. Chem. Phys., 2016.