

XIII Congreso del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Programa

Facultad de Matemáticas, Universitat de València,
12, 13 y 14 de enero de 2026

Introducción

Entre las actividades que lleva a cabo el **Máster InvestMat**, se encuentra el congreso anual del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas, que tiene lugar en el Salón de Grados de la Facultad de Matemáticas de la Universitat de València.

Este congreso ofrece la oportunidad de que estudiantes del máster y de doctorado puedan presentar sus trabajos de investigación, intercambiando ideas con expertos en las diferentes áreas de investigación y mejorando sus habilidades a la hora de presentar y exponer trabajos en público.

Cualquier miembro de la comunidad universitaria está invitado a participar.



Participantes del XII Congreso del Máster en Investigación Matemática y Doctorado en Matemáticas realizado en enero de 2025

Horario

El congreso consta de **41 charlas de 20 minutos**, incluyendo cuestiones y comentarios, distribuidas en 10 sesiones del lunes 12 al miércoles 14 de enero en horario de mañana y/o tarde.

	12 de enero	13 de enero	14 de enero
09:00-09:20		SESIÓN 5	SESIÓN 9
09:20-09:40	Presentación		
09:40-10:00	SESIÓN 1		
10:00-10:20			
10:20-10:40			
10:40-11:20	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break
11:20-11:40	SESIÓN 2	SESIÓN 6	SESIÓN 10
11:40-12:00			
12:00-12:20			
12:20-12:40			
12:40-13:00			
13:00-13:20			
13:20-15:00	Lunch Break	Lunch Break	Clausura
15:00-15:20	SESIÓN 3	SESIÓN 7	
15:20-15:40			
15:40-16:00			
16:00-16:30	Break	Break	
16:30-16:50	SESIÓN 4	SESIÓN 8	
16:50-17:10			
17:10-17:30			

Para cerrar el congreso, se realizará una charla informativa sobre el programa de doctorado en Matemáticas de la Universitat Politècnica de València y la Universitat de València a cargo de los coordinadores del programa de ambas universidades:

- **Sergio Segura De León**, Departamento de Análisis Matemático, Universitat de València.
- **Juan Ramón Torregrosa Sánchez**, Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València.

El programa de doctorado es la formación reglada en la que se realiza la tesis doctoral. El Programa de Doctorado en Matemáticas surge a partir de la fusión del Programa Interdepartamental de tercer ciclo de Matemáticas de la Universitat de València y el programa de doctorado de Matemáticas de la Universitat Politècnica de València (ambos con mención de calidad, y que posteriormente obtuvo la mención de excelencia como programa interuniversitario).

Se dirige a titulados en Matemáticas, Estadística, Física, Ciencias Experimentales o cualquier ingeniería superior y es el doctorado de referencia para la formación de los futuros investigadores en matemáticas y sus aplicaciones en la Comunidad Valenciana.

En esta presentación se mostrarán diversos aspectos relacionados con la tesis doctoral y la estructura del Programa de Doctorado en Matemáticas UV-UPV.

Sesiones

	12 de enero	13 de enero	14 de enero
09:00-09:20		Sheila Lizama	Juan Carlos Azcona
09:20-09:40	Presentación	Isabel Martí	Aarón Cerdán
09:40-10:00	Ana Sáez	Pedro Pasalodos	Joan Pérez
10:00-10:20	Bushra Rani	Laura García	Lorien Zamora
10:20-10:40	Harold José Díaz	Daniel Setó	María Teresa Mendoza
10:40-11:20	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break
11:20-11:40	Guillem Rodilla	Kevin Gómez	Santiago González
11:40-12:00	Adrián Pereira	Juan Manuel Trelles	Natalia Páez
12:00-12:20	Wenceslao Tafalla	Elias Meana	Christian Camilo Cadena
12:20-12:40	Gaia Mereu	Inmaculada Garcés	José Miguel Carrasco
12:40-13:00	Irene Buffi	Andreu Martorell	Doctorado
13:00-13:20	Christian Muñoz	Cristina Vilar	
13:20-15:00	Lunch Break	Lunch Break	Clausura
15:00-15:20	Ignacio Brea	Izarne Martínez	
15:20-15:40	Alejandro Paredes	Guillem Fernández	
15:40-16:00	Pablo Gómez	José Manuel Sánchez	
16:00-16:30	Break	Break	
16:30-16:50	Raúl Ruíz	Carlos Serra	
16:50-17:10	Pedro Pérez	Julissa Jerezano	
17:10-17:30	David Cabrera	Marta Gómez	

Lunes 12 de enero (mañana)

Sesión 1

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:40 - 10:00	Ana Sáez-Morillo	<i>Farey sequences and their application to digital line segment detection</i>
10:00 - 10:20	Bushra Rani	<i>Application of Farey sequence in image processing for boundary detection</i>
10:20 - 10:40	Harold José Díaz	<i>Farey sequences for rational direction sampling in line detection</i>

Sesión 2

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Guillem Rodilla Alamà	<i>PINNs and PINOs: Physics-informed neural approaches for differential equations</i>
11:40 - 12:00	Adrián Pereira García	<i>Physics-informed neural operators (PINOs)</i>
12:00 - 12:20	Wenceslao Tafalla Domínguez	<i>How can we solve PDEs using PINNs and PINOs?</i>
12:20 - 12:40	Gaia Mereu	<i>Why a note is not just a frequency: the Mathematis of Timbre</i>
12:40 - 13:00	Irene Buffi	<i>Spectral decomposition: the role of Fourier series in acoustics</i>
13:00 – 13:20	Christian Muñoz Cabello	<i>Superficies frontales y sus singularidades</i>

Lunes 12 de enero (tarde)

Sesión 3

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
15:00 - 15:20	Nacho Breva Rives	<i>C vs R: cómo obtener buenas imágenes reales</i>
15:20 - 15:40	Alejandro Paredes Silva	<i>Classical approximation theorems on Hilbert spaces. Group invariance results</i>
15:40 - 16:00	Pablo Gómez	<i>o-minimality, d-minimality and the tameness program</i>

Sesión 4

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
16:30 - 16:50	Raúl Ruiz Mora	Morfismos de sistemas de reescritura
16:50 - 17:10	Pedro Pérez-Altarriba	<i>Skew left braces and the Yang-Baxter equation</i>
17:10 - 17:30	David Cabrera-Berenguer	<i>Character theory and local-global connections in finite groups</i>

Martes 13 de enero (mañana)

Sesión 5

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:00 - 09:20	Sheila Lizama Embuena	<i>Fundamentos del modelo epidemiológico</i>
09:20 - 09:40	Isabel Martí Soriano	<i>Modelos epidemiológicos: inferencia, control y aplicaciones</i>
09:40 - 10:00	Pedro Pasalodos Guiral	<i>Procesos epidemiológicos en un mundo conectado: una perspectiva estructural y temporal</i>
10:00 - 10:20	Laura García Pérez	<i>Bifurcaciones y transición al caos en el sistema de Lorenz</i>
10:20 - 10:40	Daniel Setó-Rey	<i>Vulnerability of package dependency networks</i>

Sesión 6

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Kevin Omar Gómez	<i>Neural networks: multilayer perceptrons architecture and training</i>
11:40 - 12:00	Juan Manuel Trelles	<i>Neural networks: mathematical methods for training convolutional neural networks</i>
12:00 - 12:20	Elias Meana Ehtesham-Zadeh	<i>Neural networks: transformer and self-attention methods and applications</i>
12:20 - 12:40	Inmaculada Garcés	<i>A non-linear partition of unity approach based on moving least squares in R^n</i>
12:40 - 13:00	Andreu Martorell	<i>All speed IMEX schemes for the compressible Cahn-Hilliard-Navier-Stokes</i>
13:00 - 13:20	Cristina Vilar Medina	<i>Estudio de modelos de crecimiento tumoral bajo tratamientos de radioterapia e inmunoterapia</i>

Martes 13 de enero (tarde)

Sesión 7

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
15:00 - 15:20	Izarne Martínez Donato	<i>A minimally implicit fully well-balanced scheme for the 1D shallow water system with topography and Manning friction</i>
15:20 - 15:40	Guillem Fernández Rodríguez	<i>Classification of glitches in Virgo Gravitational Wave detector</i>
15:40 - 16:00	José Manuel Sánchez Martínez	<i>Surgimiento de los modelos caóticos deterministas en el siglo XX</i>

Sesión 8

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
16:30 - 16:50	Carlos Alberto Serra Jiménez	<i>AHP, matrices consistentes y recíprocas y vectores de prioridades</i>
16:50 - 17:10	Julissa Hermelinda Jerezano	<i>Familia de métodos iterativos óptimos sin derivadas</i>
17:10 - 17:30	Marta Gómez Pérez	<i>Estudio de la definición de derivada fraccionaria según Riemann-Liouville, Caputo y Grünwald Letnikov</i>

Miércoles 14 de enero (mañana)

Sesión 9

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
09:00 - 09:20	Juan Carlos Azcona Leiva	<i>Iterative methods for approximating the Moore-Penrose inverse of complex matrices</i>
09:20 - 09:40	Aarón Cerdán Martínez	<i>Iterative methods for the Drazin inverse of a matrix with real and complex spectrum</i>
09:40 - 10:00	Joan Pérez Alemany	<i>A third-order convergent iterative framework for computing the Moore-Penrose tensor inverse</i>
10:00 - 10:20	Lorien Zamora Perpiñán	<i>Métodos tipo Newton óptimos según la conjetura de Kung-Traub</i>
10:20 - 10:40	María Teresa Mendoza	<i>Modelización matemática de la influencia del ejercicio físico aeróbico en la regulación glucémica en pacientes de diabetes tipo I</i>

Sesión 10

Horario	Nombre y Apellidos	Título de la charla
11:20 - 11:40	Santiago González Concha	<i>Origin of the St. Petersburg Paradox and how it sparked the development of utility</i>
11:40 - 12:00	Natalia Páez	<i>The St. Petersburg Paradox: historical review, approaches and applications</i>
12:00 - 12:20	Christian Camilo Cadena-Lemos	<i>The St. Petersburg Paradox: historical review, approaches and applications</i>
12:20 - 12:40	José Miguel Carrasco Labarca	<i>Acciones de grupo sobre superficies de Riemann</i>
12:40 - 13:20	Sergio Segura y Juan Ramón Torregrosa	<i>Doctorado</i>

[illegible]

Farey sequences and their application to digital line segment detection

Ana Sáez-Morillo*

Estudiante del Máster INVESTMAT,
Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

21 December 2025

Abstract

In this presentation, we review some properties of Farey sequences and of the closely related Stern–Brocot tree, including brief historical remarks on their origin and development in classical number theory. We then focus on the role of Farey sequences in the discrete representation of straight lines on the integer grid. We establish a bijection between the elements of a Farey sequence and digital straight lines in the first octant restricted to a bounded integer grid. Exploiting this correspondence, and following the approach of [1], we introduce an incremental algorithm based on mediant constructions to determine the longest digital straight line segment passing through a given pixel in a binary image. This yields a method for digital line segment detection, with potential applications in image analysis and digital geometry.

Joint work with:

Harold Díaz-Iza¹, Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Bushra Rani², Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] DECELLE, R.; NGO, P.; DEBLED-RENNESON, I.; MOTHE, F.F.; LONGUETAUD, F., *Digital Straight Segment Filter for Geometric Description*, in: DGMM 2021 – IAPR Int. Conf. on Discrete Geometry and Mathematical Morphology, Uppsala, Sweden, (2021), pp. 255–268.

*e-mail: asamo4@alumni.uv.es

¹e-mail: hadiaiz@upvnet.upv.es

²e-mail: brani@upv.edu

Application of Farey sequence in image processing for boundry detection

Bushra Rani*

Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

In digital image processing, the analysis of edges, contours, and shapes relies heavily on the comparison of slopes. As digital images are collection of pixels, So its slopes are rational numbers obtained by the difference of integer coordinates. Therefore, a well-ordered rational number sequence between 0 and 1, called the **Farey sequence**, can be used to optimize image processing for boundry detection. In this article, a structured explanation of how Farey sequences and Farey tables are used to represent, compare, and approximate line directions (slopes) efficiently has been presented by the author. A Farey table is generated to avoid truncation error caused by Farey fractions. Zero-crossing technique, Shape analysis and polygonal approximation are used to find the closest farey fraction to the slopes. For slopes that do not belongs to the Farey Sequence, a special attention is given to the geometric symmetry. The exposition is arranged progressively to guide the reader from basic geometric intuition to advanced image-processing applications.

Joint work with:

Ana Sáez Morillo¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain.

Harold José Díaz Isa², Departament de Matemàtiques, Universitat Politècnica de València,
València, Spain.

References

- [1] DAS, SOHAM AND HALDER, KISHALOY AND PRATIHAR, SANJOY AND BHOWMICK, PARTHA, *Properties of Farey Sequence and their Applications to Digital Image Processing*, arXiv, (2015).
- [2] PRATIHAR, SANJOY AND BHOWMICK, PARTHA, *On the Farey sequence and its augmentation for applications to image analysis*, International Journal of Applied Mathematics and Computer Science, 2017.

*e-mail: brani@upv.edu.es

¹e-mail: asamo4@alumni.uv.es

²e-mail: hadiaiz@upvnet.edu.es

Farey Sequences for Rational Direction Sampling in Line Detection

Harold Díaz-Iza*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

In this talk we introduce a number-theoretic viewpoint on line detection in digital images: instead of discretizing orientations uniformly in the classical Hough parameter θ , we build a hierarchical dictionary of directions from the Farey sequence of order n . Farey fractions encode primitive lattice directions (a, b) with bounded arithmetic complexity, offering a structured (refinable) sampling of slopes and a clear interpretation of non-uniform local resolution via the neighbor gap $1/(bd)$. Using these directions, we define a rational Hough variant (Farey–Hough) that represents lines in integer normal form $ax + by = s$, enabling accumulator voting largely by integer arithmetic and allowing direct comparison with the classical (θ, ρ) space through $\theta = \text{atan2}(a, b)$ and $\rho = s/\sqrt{a^2 + b^2}$. To improve robustness under edge localization noise and quantization, we introduce a tolerant voting parameter τ that performs discrete smoothing along the offset axis s . The main message is that Farey-based discretization provides a mathematically interpretable alternative to uniform angular binning, with explicit resolution–cost trade-offs and practical relevance for computer vision.

Joint work with:

Ana Sáez-Morillo¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

Bushra Rani², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] DUDA, R.; HART, P., *Use of the Hough transformation to detect lines and curves in pictures*, Communications of the ACM, (1972), pp. 11-15.
- [2] MUKHOPADHYAY, P.; CHAUDHURI B., *A survey of Hough Transform*, Pattern Recognition, Elsevier, 2015.
- [3] MATVEEV, A., *Farey sequences: Duality and maps between subsequences*, Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2017.

*e-mail: hadiaiz@upvnet.upv.es

¹e-mail: asamo4@alumni.uv.es

²e-mail: brani@upv.edu.es

A PINN and PINO review

Guillem Rodilla Alamà*

Estudiant del Master INVEST-MAT

Universitat Politècnica de València, Universitat de València
València, Spain

Abstract

Our work focuses on the study of Physics-Informed Neural Networks (PINNs) and their operator-based extension, Physics-Informed Neural Operators, for the solution of partial differential equations (EDPs). EDPs are central in applied mathematics, yet classical numerical solvers often require careful meshing, discretization choices, and computationally expensive iterative schemes as problem complexity increases. To address these challenges, we review how machine learning techniques have been applied in this context. Motivated by the universal approximation capability of feedforward neural networks, we discuss their use as mesh-free function approximators. However, purely data-driven approaches suffer from high data requirements and lack of physical consistency. PINNs overcome these limitations by incorporating physical knowledge directly into the training process through the loss function.

Joint work with:

Wenceslao Tafalla-Domínguez, Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València.

Adrián Pereira-García, Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València.

References

- [1] DEVORE, R.; PETROVA, G.; WOJTASZCZYK, P., *Neural networks and approximation theory*, Proceedings of the National Academy of Sciences, **118**(45), (2021), e2014637118. DOI: 10.1073/pnas.2014637118.
- [2] RAISSI, M.; PERDIKARIS, P.; KARNIADAKIS, G. E., *Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations*, Journal of Computational Physics, **378**, (2019), pp. 686–707. DOI: 10.1016/j.jcp.2018.10.045.
- [3] MARSLAND, S., *Machine Learning: An Algorithmic Perspective*, Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, 2011.

*e-mail: grodala@upv.edu.es



XIII Congreso del Máster en Investigación Matemática y del Doctorado en Matemáticas

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

12 - 14 de Enero de 2026



Physics-informed neural operators (PINOs)

Adrián Pereira García*

Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València,
Universitat de València València, Spain.

Abstract

Many physical systems in science and engineering are governed by partial differential equations (PDEs), whose numerical solution can be computationally expensive. Recently, machine learning approaches have emerged as efficient alternatives, including Physics-Informed Neural Networks (PINNs) and Neural Operators. However, PINNs often suffer from optimization difficulties and poor performance in multi-scale and high-frequency regimes, while purely data-driven neural operators require large amounts of training data. Physics-Informed Neural Operators (PINOs), introduced by [1], combine operator learning with physics-based constraints to overcome these limitations. By enforcing the governing equations at the operator level, PINOs achieve improved generalization, scalability, and accuracy, even in data-scarce settings. This presentation introduces the theoretical foundations of neural operators and PINOs, discusses their training methodology, and reviews recent applications and benchmarks, including those presented by [2].

Joint work with:

Guillem Rodilla¹, Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Wenceslao Tafalla², Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain..

References

- [1] LI, Z.; ZHENG, H.; KOVACHKI, N.; JIN, D.; CHEN, H.; LIU, B.; AZIZZADENESHELI, K.; ANANDKUMAR, A., *Physics-Informed Neural Operator for Learning Partial Differential Equations*, ACM / IMS J. Data Sci. **1**(3), (2024), Article 9, 27 pp.
- [2] ROSOFSKY, S.G.; AL MAJED, H.; HUERTA, E.A., *Applications of Physics-Informed Neural Operators*, Mach. Learn.: Sci. Technol. **4**(2), (2023), Article 025022.

*e-mail: pegara9@alumni.uv.es

¹e-mail: rburger@ing-mat.udc.cl

²e-mail: stefan.diehl@math.lth.se



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

XIII Congreso del Máster en Investigación Matemática y del Doctorado en Matemáticas

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

12 - 14 de Enero de 2026



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

How can we solve PDEs using PINNs and PINOs?

Wenceslao Tafalla Domínguez*

Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València,
Universitat de València, València, Spain.

Abstract

This work presents an introduction to *Physics-Informed Neural Networks* (PINNs) and *Physics-Informed Neural Operators*, focusing on their motivation, fundamental principles, and main differences. The reasons for using each approach are discussed, together with the advantages they offer over traditional numerical methods and data-driven machine learning techniques. The main components and the workflow required to implement both methodologies are described. As a practical example, a PINN is implemented to solve the one-dimensional heat equation without using data, and the obtained results are compared with the analytical solution. The training procedure and error metrics used to assess the model performance are analyzed. In addition, the transition from PINNs to PINOs is discussed, highlighting the increased generalization capabilities of neural operators as well as the challenges associated with their implementation. Finally, potential applications to more complex problems are outlined and concluding remarks are provided.

Joint work with:

Adrián Pereira García¹, Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Guillem Rodilla Alamà², Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] RAISSI, M.; PERDIKARIS, P.; KARNIADAKIS, G.E., *Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations*, Journal of Computational Physics **378**, (2019), pp. 686-707.
- [2] LI, Z.; ZHENG, H.; KOVACHKI, N.; JIN, D.; CHEN, H.; LIU, B.; AZIZZADENESHELI, K.; ANANDKUMAR, A., *Physics-Informed Neural Operator for Learning Partial Differential Equations*, arXiv:2111.03794v4, (2023).
- [3] LUO, K.; ZHAO, J.; WANG, Y.; LI, J.; WEN, J.; LIANG, J.; SOEKMADJI, H.; LIAO, S., *Physics-informed neural networks for PDE problems: a comprehensive review*, Artificial Intelligence Review, (2025), 58:323.

*e-mail: wentado@alumni.uv.es

¹e-mail: pegara9@alumni.uv.es

²e-mail: guiroa3@alumni.uv.es

Why a note is not just a frequency: the Mathematics of Timbre

Gaia Mereu*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

This work explores the intrinsic relationship between mathematics and music, specifically addressing the acoustic phenomenon of timbre: the distinct quality that allows a listener to distinguish between different musical instruments performing the same fundamental note. Beginning with the physical definition of sound as longitudinal pressure waves and the physiological function of the cochlea as a biological harmonic analyzer, the study establishes the sine function as the elementary atom of auditory perception. The core of the research focuses on Harmonic Analysis and Fourier Theory, demonstrating how complex periodic waveforms can be decomposed into discrete series of sinusoidal frequencies. Finally, the paper bridges theory and application by exploring additive synthesis. This technique demonstrates how complex timbres can be constructed by intentionally combining sine waves based on Fourier coefficients, effectively reversing the analytical process.

Joint work with:

Irene Buffi¹, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] DAVE BENSON, *Music: A Mathematical Offering*, Cambridge University Press, 2006.
- [2] LOSTANLEN, VINCENT AND ANDÉN, JOAKIM AND LAGRANGE, MATHIEU, *Fourier at the heart of computer music: From harmonic sounds to texture*, Comptes Rendus Physique, 2019, Elsevier Masson SAS.

*e-mail: megai@alumni.uv.es

¹e-mail: ibuf@alumni.uv.es

Spectral Decomposition: The Role of Fourier Series in Acoustics

Irene Buffi*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

This paper studies musical sounds from a mathematical perspective using Fourier analysis. A sound signal is modeled as a real-valued periodic function and represented through its Fourier series expansion into sinusoidal components. The fundamental frequency corresponds to the lowest spectral term, while higher-order terms describe its harmonic content. The distribution of Fourier coefficients determines the structure of the associated frequency spectrum and provides a precise means of distinguishing signals with identical fundamental frequency. In particular, two functions sharing the same fundamental component may differ significantly in their higher-order coefficients, leading to distinct spectral profiles. Fourier analysis thus offers a natural and rigorous framework for the decomposition and comparison of sound signals, highlighting the central role of harmonic structure in the mathematical analysis of periodic functions arising in acoustics.

Joint work with:

Gaia Mereu¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

References

- [1] DAVE BENSON, *Music: A Mathematical Offering*, Cambridge University Press, 2006.
- [2] LOSTANLEN, VINCENT AND ANDÉN, JOAKIM AND LAGRANGE, MATHIEU, *Fourier at the heart of computer music: From harmonic sounds to texture*, Comptes Rendus Physique, 2019, Elsevier Masson SAS.

*e-mail: ibuf@alumni.uv.es

¹e-mail: megai@alumni.uv.es

Superficies frontales y sus singularidades

Christian Muñoz Cabello*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Una superficie parametrizada $X: U \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$ es frontal si podemos definir un campo vectorial $\nu: U \rightarrow S^2$ tal que $\langle \nu, X_u \rangle = \langle \nu, X_v \rangle = 0$. Las superficies frontales surgen en el estudio de superficies minimales en $\mathbb{R}^3$, así como en óptica y acústica, describiendo la propagación de ondas en un medio homogéneo, y se pueden clasificar salvo cambios de coordenadas en la fuente y en la meta, lo que da lugar a las llamadas singularidades de aplicaciones. En esta charla, describiremos el concepto de singularidad de tipo frontal estable, dando un criterio geométrico que los describa, y estudiaremos el conjunto de puntos dobles (i.e. puntos donde $X(p) = X(q)$ con $p \neq q$) de X .

Trabajo conjunto con:

Juan José Nuño Ballesteros¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Raúl Oset Sinha², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Bibliografía

- [1] C. Muñoz-Cabello, J. J. Nuño Ballesteros and R. Oset Sinha, Deformations of corank 1 frontals, Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A **154** (2024), no. 4, 1204–1234; MR4803701
- [2] C. Muñoz-Cabello, J. J. Nuño Ballesteros and R. Oset Sinha, Singularities of frontal surfaces, Hokkaido Math. J. **53** (2024), no. 1, 175–208; MR4705701

*e-mail: chmuozca@uv.es

¹e-mail: juan.nuno@uv.es

²e-mail: raul.oset@uv.es

$\mathbb{C}$ vs $\mathbb{R}$: cómo obtener buenas imágenes reales

Nacho Breva Ribes*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

Intentar dibujar variedades complejas encajadas en $\mathbb{C}^2$ es lo mismo que representar variedades reales de dimensión 2 en $\mathbb{R}^4$. Las limitaciones espaciales de nuestro universo (y, en concreto, del papel y la pizarra en los que escribimos) hacen bastante complicado imaginarse gráficamente cómo se curva, se pega y se junta una variedad en un espacio tan grande. Es por esto que muchas veces recurrimos a representar simplemente la parte real o compleja de la variedad, o bien su intersección con $\mathbb{R}^2$, pero en este proceso perdemos inevitablemente algo de información del objeto original.

¿Cuándo preservan estos procesos suficiente información del objeto complejo original? En esta charla respondemos a esta pregunta para el caso de imágenes de aplicaciones analíticas cerca del origen $\mathbb{C}^n \rightarrow \mathbb{C}^{n+1}$, con corrago 1. En concreto, ¿cuándo basta estudiar la restricción a $\mathbb{R}^n$ para entender toda la topología de la imagen compleja?

Trabajo conjunto con:

Roberto Giménez Conejero¹, Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma de Madrid, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid, Spain.

Instituto de Ciencias Matemáticas, ICMAT (CSIC-UAM-UC3M-UCM), 280149, Madrid, Spain

Bibliografía

- [1] BREVA RIBES, I.; GIMÉNEZ CONEJERO, R., *Good real pictures of corank one map germs from the n -space to the $(n+1)$ -space.*, Res. Math. Sci., 13, 1 (2026).
- [2] BREVA RIBES, I.; GIMÉNEZ CONEJERO, R., *Good real images of complex maps.*, Preprint (2025), <https://arxiv.org/abs/2411.05701>.
- [3] D. MOND., *How good are real pictures?*, In *Algebraic geometry and singularities (La Rábida, 1991)*, Progr. Math., 134, (1996), pp. 259–276.

*e-mail: ignacio.breva@uv.es

¹e-mail: roberto.gimenez@uv.es

Classical approximation theorems on Hilbert spaces. Group invariance results

Alejandro Paredes Silva*

Departament de Anàlisi Matemàtic, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Our goal is present well-known approximation theorems such as: Weierstrass, Mergelyan, Carleman and Arakelian, in Hilbert spaces context. For some of these results, our point of view is work on finite dimensional slices and let the dimension tend to infinity. However, this approach forces us to use a particular definition of polynomials over Hilbert spaces in the case of Weierstrass [1] and Mergelyan. For the remaining results, we obtain a Carleman-type theorem for Lipschitz continuous maps on Hilbert spaces, and for Arakelian we focus on vector-valued maps whose domain is an Arakelian set. Additionally, we aim to establish group-invariant versions of these results, giving a special attention to finite reflection groups. On $\mathbb{C}^n$, invariant polynomials under such groups can be expressed as another polynomial, not necessarily invariant, composed with a map called basic polynomial map [4]. We explain how we have got an analogous result in the context of Hilbert spaces.

Joint work with:

Francisco Javier Falcó Benavent¹, Departament de Anàlisi Matemàtica, Universitat de València, València, Spain.

Pablo Sevilla Peris², Instituto Universitario de Matemática Pura y Aplicada, Universitat Politècnica de València, Spain.

References

- [1] Chaika, Milton, Perlman, S.J, *A Weierstrass theorem for a complex separable Hilbert space*, Journal of Approximation Theory, Volume 15, Issue 1, 1975, Pages 18-22.
- [2] Fornaess, John Erik, Forstneric, Wold, Erlend F., *Holomorphic approximation: the legacy of Weierstrass, Runge, Oka-Weil, and Mergelyan*, 2023.
- [3] Prenter, P.M, *A Weierstrass theorem for real, separable Hilbert spaces*, Journal of Approximation Theory, Volume 3, Issue 4, 1970, Pages 341-351.
- [4] Rudin, Walter. *Proper Holomorphic Maps and Finite Reflection Groups*. Indiana University Mathematics Journal 31, no. 5 (1982): 701–20.

*e-mail: sepasil@alumni.uv.es

¹e-mail: francisco.j.falco@uv.es

²e-mail: psevilla@mat.upv.es

o-minimality, *d*-minimality and the tameness program

Pablo Gómez Morales*

Departament d'Anàlisi Matemàtica, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

In his “Esquisse d’un programme” [1], Grothendieck calls for a framework for analysis and real geometry that avoids pathological objects such as continuous functions that are nowhere-differentiable. Model Theory initially proposed *o*-minimality as an answer to this program. In this talk, we will introduce the major results in *o*-minimality and delve into one of its generalizations: *d*-minimality, along with open problems and conjectures on the topic.

References

- [1] GROTHENDIECK, A., *Esquisse d’un programme*, in Geometric Galois Actions, 1, London Math. Soc. Lecture Note Ser. **242**, Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 5–48 (English translation on pp. 243–283).
- [2] MILLER, C. L., *Tameness in expansions of the real field*, in Logic Colloquium ’01, Lect. Notes Log. **20**, Assoc. Symbol. Logic, Urbana, IL, pp. 281–316.
- [3] VAN DEN DRIES, L., *The field of reals with a predicate for the powers of two*, Manuscripta Math. **54** (1985), no. 1–2, pp. 187–195.

* e-mail: pagomo3@uv.es

Morfismos de sistemas de reescritura

Raúl Ruiz Mora*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

El álgebra universal estudia álgebras relativas a una signatura y sus propiedades sin especificar la naturaleza de las estructuras. En particular, para relacionar álgebras con signaturas diferentes, el concepto de derivor es útil, ya que permite interpretar símbolos de operación de la signatura origen como símbolos de operación derivados en la signatura destino. Siguiendo esta construcción, podemos definir morfismos entre sistemas de reescritura interpretando reglas de reescritura del sistema de reescritura origen como trayectorias derivadas en el sistema de reescritura destino. En esta presentación, introducimos el concepto de derivor y lo utilizamos como base para construir morfismos entre sistemas de reescritura de orden superior.

Trabajo conjunto con:

Enric Cosme Llópez¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Bibliografía

- [1] J. CLIMENT VIDAL; E. COSME LLÓPEZ, *From higher-order rewriting systems to higher-order categorial algebras and higher-order Curry-Howard isomorphisms*, 2024. [arXiv:2402.12051](https://arxiv.org/abs/2402.12051).

*e-mail: Raul.Ruiz-Mora@uv.es

¹e-mail: Enric.Cosme@uv.es

Skew left braces and the Yang-Baxter equation

Pedro Pérez-Altarriba*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The study of solutions to the Yang-Baxter equation (YBE) has deep implications in both mathematical physics and pure mathematics. In particular, set-theoretic solutions, introduced by Drinfeld, have connections with quantum groups, Hopf algebras, Galois theory, and knot theory.

In 2007, Rump [1] introduced left braces, algebraic structures tightly related to the involutive, non-degenerate, set-theoretic solutions to the YBE. Later, in 2017, Guarnieri and Vendramin [2], introduced skew left braces, a generalisation of left braces, that can be used to study a broader class of solutions to the YBE, namely non-degenerate (not necessarily involutive) set-theoretic solutions. Skew left braces encompass groups and Jacobson radical rings as particular cases, and they have since become a fundamental tool in the algebraic approach to the YBE.

From every skew left brace one can construct a group, which we call the large trifactorised group associated to the skew left brace. These groups can be endowed with morphisms, giving rise to a category. One can show that this category is equivalent to the category of skew left braces. This relationship makes trifactorised groups a powerful tool for the study of skew left braces, particularly, for generalising classical group-theoretic results to the setting of skew left braces.

Joint work with:

Adolfo Ballester-Bolínches Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Ramón Esteban-Romero Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Vicente Pérez-Calabuig Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

References

- [1] W. RUMP, *Braces, radical rings, and the quantum Yang-Baxter equation*, J. Algebra **307** (2007), pp. 153-170.
- [2] L. GUARNIERI, L. VENDRAMIN, *Skew-braces and the Yang-Baxter equation*, Math. Comp. **86(307)** (2017), pp. 2519-2534.
- [3] A. BALLESTER-BOLINCHES, R. ESTEBAN-ROMERO, P. PÉREZ-ALTARRIBA, V. PÉREZ-CALABUIG, *Categories of skew left braces and trifactorised groups*, Preprint (2025).

* e-mail: pedro.a.perez@uv.es

Character theory and Local-Global connections in finite groups

David Cabrera-Berenguer*

Universitat de València,
València, Spain

Abstract

In the study of finite groups, a powerful tool is the use of representation theory. This approach consists of studying homomorphisms from the group to a group of invertible matrices over a field. Composing these homomorphisms with the trace map of matrices produces what we call a character, which is the main focus of this talk. Sometimes one can obtain information about a group by examining certain types of subgroups. These local subgroups are defined as the normalizers of nontrivial p -subgroups of the group, and understanding their structure often reveals significant information about the group itself. Character theory and local subgroups can be combined to obtain deep character-theoretic information about finite groups, culminating in the famous McKay Conjecture (now a theorem).

References

- [1] ISAACS, I MARTIN, *Character theory of finite groups*, Courier Corporation, Vol **69**, (1994).
- [2] NAVARRO, GABRIEL, *Character theory and the McKay conjecture*, Cambridge University Press, Vol **175**, (2018).

* e-mail: david.cabrera@uv.es

Fundamentos del modelo epidemiológico

Sheila Lizama Embuena *

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

En esta charla haré un resumen de las ideas fundamentales de los modelos epidemiológicos deterministas mediante los modelos particulares *SIR* y *SEIR*. Se presentará una descripción de sus hipótesis básicas, la interpretación de sus parámetros y la importancia del número reproductivo básico como criterio de umbral epidémico. Además, se discutirá la evolución de las epidemias en estos modelos y las limitaciones que presentan frente a la variabilidad real observada en modelos estocásticos. El objetivo es proporcionar el marco matemático necesario para facilitar la comprensión de los resultados que se expondrán en las charlas posteriores de este bloque temático.

Trabajo conjunto con:

Isabel Martí Soriano¹, Estudiante del master en Investigación Matemática.

Pedro Pasalodos Guiral², Estudiante del master en Investigación Matemática.

Bibliografía

- [1] KERMACK, W.O.; MCKENDRICK, A.G., *A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics*, Proc. Roy. Soc. A, **115**, (1927), pp. 700–721.
- [2] WEISS, H., *The SIR Model and the Foundations of Public Health*, Materials Matemàtics, (2013), pp. 1–17.
- [3] GARNER, M.G.; HAMILTON, S.A., *Principles of Epidemiological Modelling*, Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz., **30**(2), (2011), pp. 407–416.
- [4] MATHEMATICAL ASSOCIATION OF AMERICA, *The SIR Model for Spread of Disease*.

*e-mail: sliem@alumni.uv.es

¹e-mail: imarso4@alumni.uv.es

²e-mail: pepagui@alumni.uv.es

Modelos epidemiológicos: inferencia, control y aplicaciones

Isabel Martí Soriano*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

En esta charla se analiza el uso de modelos epidemiológicos compartimentales desde la perspectiva de la inferencia y el control, con el objetivo de conectar la formulación matemática con aplicaciones prácticas. A partir de modelos clásicos como SIR y SEIR, se aborda el problema de la estimación de parámetros epidemiológicos a partir de datos observados mediante técnicas de ajuste y métodos estadísticos. Se estudia el número reproductivo efectivo como indicador fundamental de la evolución temporal de una epidemia. Asimismo, se evalúa el impacto de intervenciones como la vacunación y las medidas no farmacológicas a través de modificaciones en los parámetros del modelo. Finalmente, se consideran aplicaciones en contextos reales y se discuten las principales limitaciones asociadas a la incertidumbre de los datos y la modelización matemática.

Trabajo conjunto con:

Sheila Lizama Embuena¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

Pedro Pasalodos Guiral², Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain.

Bibliografía

- [1] H. W. HETHCOTE, *The Mathematics of Infectious Diseases*, SIAM Review **42(4)**, (2000), pp. 599–653.
- [2] N. M. FERGUSON ET AL., *Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand*, Imperial College COVID-19 Response Team, 2020.
- [3] J. WALLINGA AND P. TEUNIS, *Different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures*, American Journal of Epidemiology **160(6)**, (2004), pp. 509–516.

*e-mail: imarso4@alumni.uv.es

¹e-mail: sliem@alumni.uv.es

²e-mail: pepagui@alumni.uv.es

Procesos Epidemiológicos en un Mundo Conectado: una Perspectiva Estructural y Temporal

Pedro Pasalodos Guiral*

Estudiante del Máster INVESTMAT,
Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain.

Resumen

Esta charla analiza el cambio de paradigma que supone abandonar el estudio de poblaciones homogéneas para centrarse en estructuras de redes complejas. En primer lugar, exploramos cómo los patrones de conexión heterogéneos transforman de manera significativa los umbrales epidémicos y la velocidad de propagación. A continuación, abordamos la transición desde redes estáticas hacia redes dinámicas en el tiempo, analizando cómo el momento y la duración de los contactos entre individuos modifican los mecanismos de transmisión de la enfermedad. Finalmente, comparamos distintos modelos mediante la simulación de sus dinámicas correspondientes.

Trabajo conjunto con:

Sheila Lizama Embuena¹, Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Isabel Martí Soriano², Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

*e-mail: ppasgui@edu.upv.es, pepagui@alumni.uv.es

¹e-mail: slizemb@edu.upv.es, sliem@alumni.uv.es

²e-mail: imarsor2@edu.upv.es, imarso4@alumni.uv.es

Bifurcaciones y transición al caos en el sistema de Lorenz

Laura García Pérez*

Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

El sistema de Lorenz constituye uno de los modelos matemáticos más simples que exhiben caos determinista. En este trabajo se analiza su comportamiento dinámico mediante un estudio cualitativo de los puntos de equilibrio y de su estabilidad en función del parámetro de control ρ . Los puntos de equilibrio se calculan de manera explícita y su estabilidad se determina a partir del análisis de los autovalores del jacobiano. El estudio muestra una bifurcación de pitchfork en $\rho = 1$ que marca la transición del régimen de conducción a estados de convección estacionaria, mientras que para un valor crítico $\rho = \rho_H$ tiene lugar una bifurcación de Hopf que provoca la pérdida de estabilidad de dichos estados. Para valores superiores de ρ , el sistema evoluciona hacia un régimen caótico caracterizado por la aparición del atractor de Lorenz. Se describen sus principales propiedades dinámicas y geométricas, como la sensibilidad a las condiciones iniciales, la ausencia de periodicidad y su estructura fractal, así como su relevancia histórica y conceptual en el desarrollo de la teoría del caos y de los sistemas dinámicos.

Trabajo conjunto con:

José Manuel Sánchez Martínez¹, Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València

*e-mail: lgarper2@teleco.upv.es

¹e-mail: sanjoma3@alumni.uv.es



VNIVERSITAT
E VALÈNCIA

XIII Congreso del Máster en Investigación Matemática y del Doctorado en Matemáticas

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

12 - 14 de Enero de 2026



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Vulnerability of package dependency networks

Daniel Setó-Rey*

Master's student in the INVESTMAT program,
Universitat Politècnica de València and Universitat de València, València, Spain
Department of Computer Engineering, Universidad de Burgos, Burgos, Spain.

Abstract

Software reuse by importing packages from centralised repositories is an efficient and increasingly widespread way to develop software. Given the transitivity of dependencies, defects introduced in the repository can have extensive effects on the software ecosystem. Drawing from complex network theory, we define a model of repository vulnerability based on the statistically expected damage that the repository sustains from the random introduction of software defects [1]. We test the model in stylized networks derived from real repositories, PyPI, Maven and npm, and show that the existence of a giant strongly connected component (SCC) explains most of the vulnerability. Indeed, we found that theoretical protection (immunization) of this entire component would remove almost all vulnerability from the network. Since repositories and their communities have limited resources to mitigate issues, we further model the problem of how to best apply these resources, finding sets much smaller than the giant SCC whose protection is nearly as good. Furthermore, we prove that the optimal selection of sets of given size is NP-hard but can be approached with heuristics, yielding respectable results. Our model contributes to a better understanding of software package repositories and could also be applied to other systems with a similar structure.

Joint work with:

José Ignacio Santos-Martín¹, Department of Organization Engineering, Universidad de Burgos, Burgos, Spain.

Carlos López-Nozal², Department of Computer Engineering, Universidad de Burgos, Burgos, Spain.

References

- [1] SETÓ-REY, D.; SANTOS-MARTÍN, J.I.; LÓPEZ-NOZAL, C., *Vulnerability of package dependency networks*, IEEE Transactions on Network Science and Engineering **10(6)**, (2018), pp. 3396-3408.

*e-mail: dsetrey@posgrado.upv.es

¹e-mail: jisantos@ubu.es

²e-mail: clopezno@ubu.es

Neural Networks: Multilayer Perceptrons Architecture and Training

Kevin Omar Gómez*

INVESTMAT, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

The multilayer perceptron (MLP) is a fundamental architecture in neural networks and serves as a general-purpose model for approximating nonlinear functions. This presentation offers an applied and intuitive analysis of the MLP structure, emphasizing its role as a building block for more advanced neural network models. The expressive power of MLPs is supported by the Universal Approximation Theorem, which explains their ability to represent complex relationships between inputs and outputs.

The core of the presentation focuses on the training process of MLPs, described from an algorithmic and visual perspective. The backpropagation algorithm is presented as a systematic procedure based on the chain rule, allowing for the efficient computation and propagation of gradients across the network layers. Practical aspects of training behavior, including convergence trends and stability considerations, are discussed qualitatively. This applied perspective provides insight into the strengths and limitations of MLPs and naturally motivates the transition toward structured architectures, such as convolutional neural networks and deeper models.

Joint work with:

Elías Meana¹, Master's student at the Universitat of Valencia, Spain

Juan-Manuel Trelles², Master's student at the Universitat of Valencia, Spain

*e-mail: kgomez@upv.edu.es

¹e-mail: elmeah@upv.edu.es

²e-mail: jmtregar@upv.edu.es

Neural Networks: Mathematical Methods for Training Convolutional Neural Networks

Juan-Manuel Trelles*

INVESTMAT student, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Convolutional Neural Networks (CNNs) emerged to overcome the computational inefficiency and parameter explosion of traditional dense architectures in high-dimensional data. This presentation explores their fundamental architecture—detailing kernels, convolutional layers, and pooling—through concrete image recognition examples. At the core of their design lie two critical mathematical optimizations: sparse interactions, which leverage local connectivity, and parameter sharing, which utilizes identical weights across the input. These principles drastically reduce parameter counts while granting the network translation equivariance, essential for identifying objects regardless of their position. However, while CNNs excel at local pattern recognition, they face challenges capturing global, long-range dependencies—limitations that motivated the shift toward more flexible architectures, such as Transformers.

Joint work with:

Elias Meana¹, Master's student at the Universitat of Valencia, Spain

Kevin Gómez², Master's student at the Universitat of Valencia, Spain

*e-mail: jmtregar@upv.edu.es

¹e-mail: elmeah@upv.edu.es

²e-mail: kgomez@upv.edu.es

Neural Networks: Transformer and Self-Attention Methods and Applications

Elias Meana Ehtesham-Zadeh*

Department of Mathematics, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Transformer architectures have become a central tool for modeling sequential data, following the introduction of self attention based models in laid out in the groundbreaking paper, "Attention Is All You Need" (Vaswani et al., 2017). In the first part of this talk, we review the core ideas behind transformer architectures, focusing on self attention, token interactions, and the reasons these models generalize beyond traditional recurrent and convolutional approaches. In the second part, we explore a concrete application of these ideas through a transformer based language model for controllable DNA sequence design. Treating DNA as a symbolic sequence, this work illustrates how the transformer framework can be applied outside of natural language processing to model and generate biological sequences under structural and functional constraints. Together, these two perspectives highlight how the transformer architecture provides a general sequence modeling framework, and how the groundwork laid by its original formulation enables practical applications across diverse domains.

Joint work with:

Juan-Manuel Trelles¹, Master's student at the Universitat of Valencia, Spain.

Kevin Omar Gómez², Master's student at the Universitat of Valencia, Spain.

References

- [1] VASWANI, A.; SHAZEER, N.; PARMAR, N.; USZKOREIT, J.; JONES, L.; GOMEZ, A.N.; KAISER, L.; POLOSUKHIN, I., *Attention Is All You Need*, Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), 2017.
- [2] RAFFEL, C.; SHAZEER, N.; ROBERTS, A.; LEE, K.; NARANG, S.; MATENA, M.; ZHOU, Y.; LI, W.; LIU, P.J., *Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer*, Journal of Machine Learning Research **21**, (2020), pp. 1–67.
- [3] GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A., *Deep Learning*, MIT Press, Cambridge, MA, 2016. Available online at <https://www.deeplearningbook.org/>.

*e-mail: elmeaeh@upv.edu.es

¹e-mail: jmtregar@upv.edu.es

²e-mail: kgomez@upv.edu.es

A Non-Linear Partition of Unity Approach based on Moving Least Squares in $\mathbb{R}^n$

Inmaculada Garcés*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Data approximation is a fundamental component in several areas such as geometric modeling, numerical methods for partial differential equations, and curve reconstruction [4]. Moving Least Squares (MLS) techniques are widely used in this context due to their flexibility and meshfree character (see, e.g., [3]). Nevertheless, standard MLS approximations may suffer from a loss of accuracy in the presence of discontinuities, where nonphysical oscillations can arise.

In this work, we extend to $\mathbb{R}^n$ a nonlinear approximation strategy that combines MLS with a novel partition of unity construction, originally introduced and analyzed in the one-dimensional setting in [2]. The resulting Non-Linear Partition of Unity based on Moving Least Squares (NLPU-MLS) method defines a nonlinear operator that improves the behavior of the approximation near discontinuities while retaining high-order accuracy in smooth regions. Several theoretical properties of the proposed method are discussed, and numerical experiments are presented to illustrate its accuracy and robustness. The construction of the partition of unity follows a meshfree framework inspired by classical approaches in scattered data approximation [1].

Joint work with:

Juan Ruiz-Álvarez¹, Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena (Spain).

Dionisio F. Yáñez², Universitat de València, València (Spain).

References

- [1] FASSHAUER, G. E., *Meshfree Approximation Methods with Matlab*, World Scientific Publishing, (2007).
- [2] GARCÉS, I.; RAMÓN, J. M.; RUIZ-ÁLVAREZ, J.; YÁÑEZ, D. F., *Integrating Moving Least Squares with non-linear WENO method: A novel Partition of Unity approach in 1D*, J. Comput. Appl. Math. **477**, (2026), pp. 117–143.
- [3] LEVIN, D., *The approximation power of moving least-squares*, Math. Comput. **67(224)**, (1998), pp. 1517–1531.
- [4] WENDLAND, H., *Scattered Data Approximation*, Cambridge University Press, (2004).

*e-mail: inmaculada.garces@uv.es

¹e-mail: juan.ruiz@upct.es

²e-mail: dionisio.yanez@uv.es

All speed IMEX schemes for the compressible Cahn-Hilliard-Navier-Stokes

Andreu Martorell*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

We propose a second-order implicit-explicit (IMEX) time-stepping scheme for the compressible Cahn-Hilliard-Navier-Stokes equations in low Mach number regimes [1]. These equations describe the dynamics of two immiscible, compressible, viscous Newtonian fluids, such as foams or mixtures undergoing phase separation. In the low Mach number limit, the system approaches to its incompressible counterpart. However, the presence of fast acoustic waves generated by the pressure gradient and the second- to fourth-order differential operators associated to the Navier-Stokes and Cahn-Hilliard (CH) equation impose severe time-step restrictions on general IMEX schemes [3]. To overcome these challenges, we design an asymptotic-preserving IMEX finite differences method on staggered grids [1, 2]. The governing equations are split into stiff and non-stiff terms. The stiff terms, which arise from pressure and fourth-order CH contributions, are treated implicitly, whereas the remaining are dealt explicitly.

Joint work with:

Pep Mulet¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain.

Dionisio F. Yáñez², Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain.

References

- [1] P. DEGOND, M. TANG, *All speed scheme for the low Mach number limit of the isentropic Euler equations*, Commun. Comput. Phys. **10** (2011), 1–31.
- [2] F. H. HARLOW, J. E. WELCH, *Numerical calculation of time-dependent viscous incompressible flow of fluid with free surface*, Phys. Fluids **8** (1965), 2182.
- [3] P. MULET, *Implicit-Explicit Schemes for Compressible Cahn-Hilliard-Navier-Stokes Equations*, J. Sci. Comput. **101** (2024), 36.

*e-mail: andreu.martorell@uv.es

¹e-mail: pep.mulet@uv.es

²e-mail: dionisio.yanez@uv.es

Estudio de modelos de crecimiento tumoral bajo tratamientos de radioterapia e inmunoterapia

Cristina Vilar Medina*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

La progresión tumoral depende no solo de las características intrínsecas de las células malignas, sino también de la interacción bidireccional compleja con el microambiente tumoral. Entre otros, se ha observado que, los linfocitos, células del sistema inmune, participan en estas interacciones [1]. En particular, en este trabajo estudiaremos un modelo desarrollado específicamente para la actividad tumoral perteneciente a un tipo de cáncer de hígado [2] donde puede haber metástasis localizada en otra parte del cuerpo. Estudiaremos cuál es la respuesta de las células cancerígenas y de los linfocitos a la acción de tratamientos de radioterapia y las interacciones que hay entre estas células. Además, veremos la importancia de haber hecho un estudio previo al tratamiento con el objetivo de optimizarlo y mejorar su efectividad lo máximo posible. Realizaremos un estudio exhaustivo de algunos modelos concretos que utilicen esta fenomenología utilizando conceptos y elementos de teoría cualitativa de ecuaciones diferenciales, y ejemplos numéricos que ilustren los resultados y conclusiones que hemos obtenido.

Trabajo conjunto con:

Antonio Baeza¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain.

Maria Carmen Martí², Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain.

Bibliografía

- [1] Sancho-Araiz, A. et al. (2021). The Role of Mathematical Models in Immuno-Oncology: Challenges and Future Perspectives. *Pharmaceutics*, 13(7), 1016.
- [2] Sung, W. et al. (2020). A tumor-immune interaction model for hepatocellular carcinoma based on measured lymphocyte counts in patients undergoing radiotherapy. *Radiotherapy and Oncology*, 151, 73–81.

*e-mail: cristina.vilar@uv.es

¹e-mail: antonio.baeza@uv.es

²e-mail: maria.c.marti@uv.es

A minimally implicit fully well-balanced scheme for the 1D shallow water system with topography and Manning friction

I. Martínez-Donato*,

Departament de Matemàtiques and Departament d'Astronomia i Astrofísica,
Universitat de València, C/ Dr Moliner 50, 46100, Burjassot, Spain.

Abstract

In this talk I introduce a new family of *minimally implicit Runge–Kutta* (MIRK) methods for the numerical approximation of hyperbolic balance laws with stiff source terms. The focus is the 1D shallow water system with topography and Manning friction, a key model in fluid dynamics. Achieving the well-balanced (WB) property is crucial to capture small perturbations around steady states without spurious effects. Although IMEX strategies based on diagonally implicit Runge–Kutta schemes are effective [1, 2], their implicit stages can be costly. The proposed MIRK schemes retain the robustness of semi-implicit methods while significantly reducing computational effort. They are fully WB [3] and preserve accuracy and stability in stiff regimes. Extensive numerical experiments demonstrate that MIRK methods achieve significant speed-ups compared to classical IMEX schemes, without compromising reliability.

Joint work with:

C. Caballero-Cárdenas, Facultad de Negocios y Tecnología, Universidad Alfonso X el Sabio – Mare Nostrum, Camino de la Térmica, 90, 29004 Málaga, Spain.

I. Gómez-Bueno, Departamento de Matemática Aplicada, Universidad de Málaga, E.T.S. de Ingeniería de Telecomunicación, Campus de Teatinos, Blvr. Louis Pasteur, 35, Teatinos-Universidad, 29010 Málaga, Spain.

I. Cordero-Carrión, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, C/ Dr Moliner 50, 46100, Burjassot, Spain.

References

- [1] I. GÓMEZ-BUENO ET AL, *Implicit and semi-implicit well-balanced finite-volume methods for systems of balance laws*, Applied Numerical Mathematics, 184:18–48, 2023.
- [2] A. CHERTOCK ET AL, *Steady state and sign preserving semi-implicit runge–kutta methods for ODEs with stiff damping term*, SIAM Journal on Numerical Analysis, 53(4):2008–2029, 2015.
- [3] I. GÓMEZ-BUENO ET AL, *Collocation methods for high-order well-balanced methods for systems of balance laws*, Mathematics, 9(15):1799, 2021.

*e-mail: izarne.martinez@uv.es

Classification of glitches in Virgo Gravitational Wave detector

Guillem Fernández Rodríguez*

Phd student in Mathematics, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Glitch classification in gravitational-wave detectors relies on grouping transient noise events by their time–frequency morphology, a task complicated by the non-stationary and detector-specific nature of the noise. In previous work, we evaluated several strategies for glitch classification and highlighted the limitations of relying solely on static datasets such as Gravity Spy [1], which is built from LIGO data and does not capture the distinct noise families present in Virgo.

Building on these findings, we propose a semi-supervised pipeline designed to identify emerging glitch classes in real time while minimising the amount of expert intervention required. Our approach combines the discriminative-embedding framework of the DIRECT [2] pipeline with active-learning techniques to guide expert labelling only where it is most informative. The prototype, currently under development, aims to provide a flexible mechanism for new class creation and to generate reliable preliminary labels suitable for downstream tasks such as auxiliary-channel correlation searches and noise hunting. This work outlines the design of the pipeline and its expected benefits for adapting glitch classification to evolving detector conditions.

Joint work with:

Isabel Cordero-Carrión¹, Departament de Matemàtiques, Universitat de València, València, Spain

Tiago Fernandes², Departament d’Astronomia i Astrofísica, Universitat de València, València, Spain; Department of Physics, University of Minho, Braga, Portugal

References

- [1] S. Bahaadini, V. Noroozi, N. Rohani, S. Coughlin, M. Zevin, J. Smith, V. Kalogera, and A. Katsaggelos, “Machine learning for Gravity Spy: Glitch classification and dataset,” vol. 444, pp. 172–186.
- [2] S. Bahaadini, V. Noroozi, N. Rohani, S. Coughlin, M. Zevin, and A. K. Katsaggelos, “DIRECT: Deep Discriminative Embedding for Clustering of LIGO Data.”

*e-mail: guillem.fernandez@uv.es

¹e-mail: isabel.cordero@uv.es

²e-mail: tiagosfernandes@ua.pt

Surgimiento de los modelos caóticos deterministas en el siglo XX

José Manuel Sánchez Martínez*

Estudiante del Màster INVESTMAT, Universitat de València, València, Spain

Resumen

La aparición del caos determinista en el siglo XX transformó profundamente la comprensión de la predicción, la estabilidad y la complejidad en los sistemas dinámicos. Los primeros trabajos de Poincaré revelaron la extrema sensibilidad a las condiciones iniciales que puede surgir en sistemas no lineales, anticipando la noción moderna de caos. Sobre esta base, Saltzman (1962) [2] formuló un modelo espectral de la convección térmica basado en la aproximación de Boussinesq, proporcionando una representación físicamente fundamentada de la convección de Rayleigh–Bénard. Posteriormente, Lorenz (1963) [1] introdujo una drástica truncación espectral del modelo de Saltzman, reteniendo únicamente tres modos dominantes y dando lugar al célebre sistema de Lorenz. A pesar de su simplicidad, este modelo reducido presenta trayectorias acotadas y no periódicas, así como sensibilidad a las condiciones iniciales y rasgos característicos del caos determinista. Análisis posteriores realizados por Sparrow (1982) [3] demostraron que este sistema tridimensional experimenta bifurcaciones que conducen a la formación del atractor de Lorenz, un ejemplo central de dinámica caótica. Este trabajo tiene como objetivo mostrar cómo un modelo matemático tan sencillo puede generar un comportamiento caótico, destacando el papel de la no linealidad, la dinámica modal truncada y la dependencia de los parámetros en la aparición de soluciones complejas.

Trabajo conjunto con:

Laura García Pérez¹, Estudiante del Màster INVESTMAT, Universitat de València, València, Spain.

Bibliografía

- [1] LORENZ, EDWARD N., *Deterministic Nonperiodic Flow*, Journal of the Atmospheric Sciences. Volumen **20(2)**, (1963), pp. 130-141.
- [2] SALTZMAN, BARRY, *Finite Amplitude Free Convection as an Initial Value Problem*, Journal of the Atmospheric Sciences. Volume **19(4)**, (1962), pp. 329-341.
- [3] SPARROW, COLIN, *The Lorenz Equations: Bifurcations, Chaos, and Strange Attractors*, Springer, (1982).

*e-mail: sanjoma3@alumni.uv.es

¹e-mail: Laugarp4@alumni.uv.es



VNIVERSITAT
E VALÈNCIA

XIII Congreso del Máster en Investigación Matemática y del Doctorado en Matemáticas

Facultat de Ciències Matemàtiques, Universitat de València

12 - 14 de Enero de 2026



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

AHP, matrices consistentes y recíprocas y vectores de prioridades.

Carlos Alberto Serra Jiménez*

Estudiante del Doctorado en Matemáticas, Universitat Politècnica de València,
Valencia, España.

Resumen

AHP (Analytic Hierarchy Process) es una técnica de decisión multicriterio con una fuerte base matemática. Es una metodología que usa el álgebra matricial para tomar una decisión a partir de la opinión de uno o varios expertos. Se basa en que es más fácil comparar dos elementos que todos a la vez. El objetivo principal de AHP es conseguir un vector de prioridades (o de pesos) que ordene (o pondere) las opciones disponibles. Este vector se obtiene a partir de una matriz cuadrada que guarda las comparaciones dos a dos. El experto construye una matriz positiva A de comparaciones cuya propiedad principal es que $a_{ij} a_{ji} = 1$. Desafortunadamente, la matriz presenta incoherencias y no cumple la propiedad de las llamadas matrices consistentes, $a_{ij} a_{jk} = a_{ik}$, por lo que es deseable saber cómo se mide esta inconsistencia y sobre todo cómo reducirla. Existen varios métodos para obtener el vector de prioridades de una matriz recíproca, particularmente si la matriz es consistente este vector siempre coincide [1]. Uno de los métodos más usuales para obtener el vector de prioridades es, cuando la inconsistencia es aceptable, la obtención del vector de Perrón de la matriz de comparaciones. En particular, en esta charla, se muestra un método que permite determinar el vector de prioridades de una matriz recíproca no consistente [2].

Trabajo conjunto con:

Julio Benítez López¹, Instituto de Matemática Multidisciplinar, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

Bibliografía

- [1] BRUNELLI, M., *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*, SpringerBriefs in Operations Research. En: DOI 10.1007/978-3-319-12502-2 1 (2015).
- [2] BENÍTEZ, J.; SERRA, C., *A new and simple method to get the priority vector for reciprocal matrices*, Operations Research and Decisions, Vol.35, No.4, DOI: 10.37190/ord/205080.

*e-mail: cserjim@upv.edu.es

¹e-mail: jbenitez@mat.upv.es

Familia de métodos iterativos óptimos sin derivadas

Julissa Hermelinda Jerezano*

I.U. de Matemática Multidisciplinar, Universitat Politècnica de València,
Camí de Vera s/n, 46022-València, España

Departamento de Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Honduras,
San Pedro Sula, Honduras

Resumen

Es muy frecuente en matemáticas e ingenierías que se necesite resolver una ecuación no lineal, la mayoría de las veces éste es un problema difícil o imposible de resolver a través de procedimientos analíticos [1]. Por lo que se hace necesario recurrir a métodos iterativos, los cuales bajo ciertas condiciones nos permiten obtener soluciones aproximadas. En los últimos años se han desarrollado numerosas estrategias para la obtención de dichas soluciones. Las técnicas iterativas de propósito general para resolver ecuaciones no lineales proporcionan aproximaciones para resolver problemas sin soluciones de forma cerrada. Sin embargo, estos métodos pierden algunas propiedades cuando los problemas tienen raíces múltiples o no son diferenciables, en cuyo caso se utilizan métodos específicos. En este trabajo, se propone un nuevo esquema de métodos iterativos óptimos [2] para encontrar raíces múltiples sin derivadas. Específicamente, se diseña un esquema iterativo de dos pasos con una función peso, siendo el primer paso del tipo Traub-Steffensen modificado. Los métodos así obtenidos alcanzan un orden de convergencia cuatro y no tienen derivadas. Se verifica que los nuevos métodos sin derivadas son competentes con otros métodos robustos existentes en la literatura, incluyendo métodos que utilizan derivadas y métodos sin derivadas.

Trabajo conjunto con:

Francisco I. Chicharro¹, I.U. de Matemática Multidisciplinar, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022-València, España.

Neus Garrido², I.U. de Matemática Multidisciplinar, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022-València, España.

Bibliografía

- [1] BURDEN, R. L.; FAIRES, D. J.; BURDEN, A. M., *Análisis Numérico*, Cengage Learning, 2017.
- [2] KUNG, H.T.; TRAUB, J.F., *Optimal order of one-point and multipoint iteration*, J. Assoc. Comput. Mach. **21**, (1974), pp. 643–651.

*e-mail: jhjerull@doctor.upv.es

¹e-mail: frachilo@mat.upv.es

²e-mail: neugarsa@mat.upv.es

Estudio de la definición de derivada fraccionaria según Riemann-Liouville, Caputo y Grünwald Letnikov

Marta Gómez Pérez*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Resumen

El cálculo fraccionario incluye la definición clásica de derivación e integración de órdenes no enteros y permite describir fenómenos no locales y con memoria en ingeniería, así como en otras áreas. En esta charla, se presentan las definiciones de derivada fraccionaria según Riemann-Liouville, Caputo y Grünwald-Letnikov. También se muestran problemas reales donde existe una implicación directa de las mismas. Se introducen los operadores fraccionarios a partir de las generalizaciones de las derivadas de orden entero, destacando la función Gamma y las propiedades fundamentales de cada una de las definiciones. Por otra parte, se muestra la relación entre las distintas derivadas, concretamente entre la definición de Riemann-Liouville y Caputo y entre la definición de Riemann-Liouville y Grünwald-Letnikov. Por último, se desarrolla una comparación de las distintas definiciones aplicadas a diversas funciones para estudiar las diferencias, semejanzas, relaciones y propiedades de las mismas. Para ello, se comentará la implementación computacional desarrollada a partir del programa MATLAB.

Referencias

- [1] IRENE CARPINTERO VILLALBA, ANTONIO LÓPEZ MONTES Cálculo fraccionario, geometría fractal y modelos de crecimiento tumoral, Universidad Complutense de Madrid, (2020)
- [2] LUIS VÁZQUEZ, MARÍA PILAR VELASCO El cálculo fraccionario como instrumento de modelización, Universidad Complutense de Madrid, (2011)

* e-mail: mgomper@teleco.upv.es

Iterative methods for approximating the Moore-Penrose inverse of complex matrices

Juan Carlos Azcona Leiva*

INVESTMAT Master's Degree student, Universitat Politècnica de València,
Universitat de València, València, Spain.

Abstract

The Moore-Penrose inverse has numerous applications in various areas of mathematics, such as total least squares problems, solving linear systems and statistical regression analysis. Over the last decade, new iterative schemes for computing the Moore-Penrose inverse have been developed. This work mainly examines two articles. The first one [1] describes a general family of methods of arbitrary order, which encompasses several methods reported in the literature. In particular, we focus on a subclass given by a natural order p and a real parameter $\beta \in [0, 1]$. In the second article [2], the authors present an efficient ninth-order method that requires seven matrix multiplications per iteration. Inspired by the latter, we propose a twelfth-order method that uses only eight matrix multiplications per iteration. Finally, we provide numerical experiments to test the performance of the studied schemes.

Joint work with:

Aarón Cerdán Martínez¹, INVESTMAT Master's Degree student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Joan Pérez Alemany², INVESTMAT Master's Degree student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] Alicia Cordero, Pablo Soto-Quiros, and Juan R Torregrosa. A general class of arbitrary order iterative methods for computing generalized inverses. *Applied Mathematics and Computation*, 409:126381, 2021.
- [2] Manpreet Kaur, Munish Kansal, and Sanjeev Kumar. An efficient matrix iterative method for computing moore–penrose inverse. *Mediterranean Journal of Mathematics*, 18(2):42, 2021.

*e-mail: azlei@alumni.uv.es

¹e-mail: acermar4@upv.edu.es

²e-mail: jopea5@alumni.uv.es

Iterative methods for the Drazin inverse of a matrix with real and complex spectrum

Aarón Cerdán Martínez*

INVESTMAT Master's Degree Student, Universitat Politècnica de València,
Universitat de València, València, Spain

Abstract

The Drazin inverse has many applications in several mathematical areas such as: singular differential and difference equations, Markov chains, cryptography, iterative methods, numerical analysis... (mentioned in [2] and [3]). Although Drazin inverse is only defined for square matrices, it has important spectral properties that the Moore-Penrose pseudoinverse does not always satisfy. Its wide range of applications and the theoretical properties mentioned motivate its study.

This paper is divided in two parts: first, we will examine the construction process of the Drazin inverse through its spectral properties (this section is based in [1]), this will help us to understand further results of the work. Then, we will study the methods exposed in [3] to compute Drazin inverse for matrices with real spectrum. These methods are generalized in [2] in order to compute the Drazin inverse of matrices with spectrum in the right open half-plane of $\mathbb{C}$. Finally, we will show some numerical examples to illustrate the algorithms developed.

Joint work with:

Juan Carlos Azcona Leiva¹, INVESTMAT Master's Degree student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Joan Pérez Alemany², INVESTMAT Master's Degree Student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] A. Ben-Israel and T.N.E. Greville. *Generalized Inverses: Theory and Applications*. CMS Books in Mathematics. Springer New York, 2006.
- [2] Xiezhang Li and Yimin Wei. Iterative methods for the drazin inverse of a matrix with a complex spectrum. *Applied Mathematics and Computation*, 147(3):855–862, 2004.
- [3] Yimin Wei and Hebing Wu. The representation and approximation for drazin inverse. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 126(1):417–432, 2000.

*e-mail: acermar4@upv.edu.es

¹e-mail: azlei@alumni.uv.es

²e-mail: jopea5@alumni.uv.es

A Third-Order Convergent Iterative Framework for Computing the Moore-Penrose Tensor Inverse

Joan Pérez Alemany*

INVESTMAT Master's student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

Matrices and tensors are crucial operators in mathematical modelling since they are used to define linear transformations, systems of equations, and multivariate data analysis. In this work, we present a new third-order convergent iterative framework that was introduced in [1] to compute the inverse of tensors under the Einstein product (EP). We successfully proved that it can be used for computing the more general Moore-Penrose inverse of tensors under the same product. The proposed method, which is the adaptation to the tensor domain of a scalar iterative framework for non-linear systems, enhances computational performance compared to classical methods such as Newton and Chebyshev, and more recent high order Newton-Schulz-type methods [2]. We demonstrate this fact with extended experiments, where the algorithm requires fewer iterations and EP operations, significantly reducing CPU time while sustaining precision. In particular, we successfully applied the method to solve multilinear systems that come from the discretization of partial differential equations, such as the 3D Poisson equation. The results make clear that the method is a robust and efficient tool for high-dimensional tensor computations.

Joint work with:

Juan Carlos Azcona Leiva¹, INVESTMAT Master's student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Aarón Cerdán Martínez², INVESTMAT Master's student, Universitat Politècnica de València, Universitat de València València, Spain.

References

- [1] Raziye Erfanifar and Masoud Hajarian. An efficient iterative method to find the moore-penrose inverse of tensors: Applications in image processing and data mining. *Applied Mathematical Modelling*, 151:116426, 2026.
- [2] P. Khosravi Dehdezi and S. Karimi. A rapid and powerful iterative method for computing inverses of sparse tensors with applications. *Journal of Applied Mathematics and Computing*, 68(1):1–19, 2022.

*e-mail: jopea5@alumni.uv.es

¹e-mail: azlei@alumni.uv.es

²e-mail: cermara@alumni.uv.es

Métodos tipo Newton óptimos según la conjetura de Kung-Traub

Lorien Zamora Perpiñán

Estudiante del Máster INVESTMAT, Universitat Politècnica de València,
Universitat de València, València, Spain

Resumen

El problema de aproximación de las raíces simples de ecuaciones no lineales por el método iterativo es uno de los más importantes del análisis numérico. La eficacia de dichos métodos se mide normalmente por su orden de convergencia y por el número de evaluaciones funcionales por iteración. Uno de los referentes más importantes dentro de este marco es la llamada “Conjetura de Kung-Traub” [1], donde se propuso un límite superior para el orden de convergencia de los métodos multipunto sin memoria. Es así que dicha suposición ofrece el criterio de optimización para los esquemas de tipo Newton y ha llevado a la formulación de muchos procedimientos para alto orden. Las primeras implementaciones involucraron ecuaciones escalares no lineales, donde se encontró que la cota propuesta era factible en problemas de orden bajo. Posteriormente, investigaciones extendieron estas ideas para métodos de orden superior y casos más generales. El trabajo reciente se enfoca en el sistema no lineal y también tiene en cuenta factores de estabilidad numéricos. En particular, se han propuesto nuevos esquemas de cuarto orden que alcanzan el orden óptimo predicho por la conjetura. Estos métodos emplean el análisis teórico y la validación numérica mediante cálculo computacional potente. Los más recientes son ilustrados por las investigaciones realizadas por Tassaddiq [2], que representa el estado actual del arte en métodos óptimos de Newton basados en la conjetura.

Bibliografía

- [1] KUNG, H.T.; TRAUB, J.F., *Optimal order of one-point and multipoint iteration*, SIAM J. Numer. Anal. **11**(4), (1974), pp. 643–654.
- [2] TASSADDIQ, A.; QURESHI, S.; ARGYROS, I.K.; CHICHARRO, F.I.; SOOMRO, A.; NIZAMANI, P.; HINCAL, E., *A convergent and stable fourth-order iterative procedure based on Kung–Traub conjecture for nonlinear systems*, Appl. Numer. Math. **214**, (2025), pp. 54–79.

Modelización matemática de la influencia del ejercicio físico aeróbico en la regulación glucémica en pacientes de diabetes tipo I

MT- Mendoza*

Departamento de Matemática aplicada, Universidad Politécnica de València,
València, Spain

Resumen

La diabetes tipo 1 exige un control estricto de glucosa libre en sangre, especialmente cuando se ha realizado o realiza ejercicio físico aeróbico, que modifica la captación periférica de glucosa y la sensibilidad a la insulina. Este trabajo presenta una modelización matemática que integra parámetros fisiológicos tales como: frecuencia cardíaca, $VO_2\max$, MET, señales GSR en modelos glucémicos para simular la respuesta antes, durante y después de la realización de actividad física. Se comparan modelos clásicos (Hovorka, Bergman) y también modelos fisiológicos, evaluando su desempeño mediante simulaciones con pacientes virtuales (CGM, HR, insulina). Los resultados muestran que la incorporación de variables dinámicas mejora la predicción de glucosa disponible y permite diseñar algoritmos de control adaptativo para páncreas artificiales, el objetivo final es incluir estrategias bihormonales (insulina + glucagón) para reducir el riesgo de hipoglucemia.

Trabajo conjunto con:

Beatriz Ricarte Benedito¹, Departamento de Matemática Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia.

José Luís Díez Ruano², Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática de la UPV.

Jorge Bondia Company³, Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática de la UPV.

Palabras clave: diabetes tipo 1, modelización matemática, ejercicio aeróbico, páncreas artificial, control adaptativo.

Bibliografía

- [1] ALKHATEEB, A., *Simulation of glucose-insulin dynamics during exercise in type 1 diabetes*, Journal of Diabetes Science, (2021).
- [2] HOBBS, N., *Extensions of Hovorka model for exercise scenarios*, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, (2022).
- [3] RASHID, M., *Integration of heart rate in glucose-insulin models*, Computer Methods and Programs in Biomedicine, (2019).

*e-mail: mamenbal@upv.edu.es

¹e-mail: bearibe@mat.upv.es

²e-mail: jldiez@isa.upv.es

³e-mail: jbondia@isa.upv.es

Origin of the St. Petersburg Paradox and how it sparked the development of utility

Santiago González Concha*

Estudiante del INVESTMAT,
Universitat Politècnica de València,
València, Spain

Abstract

This text introduces and discusses the St. Petersburg paradox, a probability game where a player wins 2^{X-1} for a coin toss sequence ending in heads on toss X and its historic context [1]. The expected monetary value of the reward is infinite, which is counterintuitive for a "fair" game price. Early solutions by Niklaus Bernoulli and Gabriel Cramer involved practical modifications, like limiting the number of tosses or capping the maximum reward, to force a finite expected value. Cramer and Daniel Bernoulli each then introduced a more conceptual solution by proposing the idea of utility—specifically, that people value money non-linearly. One modeled utility as the square root of the monetary reward, and the other modeled it as a logarithm of the reward, reflecting decreasing marginal utility. When calculating the expected utility instead of the expected monetary value, the result becomes finite, offering a more realistic model of human decision-making [2].

Joint work with:

Natalia Pérez¹, Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Christian Camilo Cadena-Lemos², Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] Christian Seidl. The st. petersburg paradox at 300. *Journal of Risk and Uncertainty*, 46:247–264, 2013.
- [2] Jakob Bernoulli. *Die Werke von Jakob Bernoulli*. Springer Basel AG, Basel, Switzerland, third edition, 1975. As translated from German by Pulskamp, Richard J (January 1, 2013). "Correspondence of Nicolas Bernoulli concerning the St. Petersburg Game" (PDF).

*e-mail: sgoncon@upv.edu.es

¹e-mail: dch@alumni.uv.es

²e-mail: cccadlem@upv.edu.es

The St. Petersburg Paradox: Historical Review, Approaches, and Applications

D. Natalia Páez*

Departament de Matemàtiques, Universitat de València,
València, Spain

Abstract

In this work, we present a historical and applied analysis of the St. Petersburg paradox. The research examines chronologically the main proposed solutions, from the classical approaches of Bernoulli and Cramer to later developments by Menger and Durand, as well as contemporary frameworks. We explore the fundamental concepts derived from the paradox, particularly the notion of utility, and analyze its applications in contemporary risk valuation contexts. The aim is to demonstrate the paradox's continued relevance for understanding, both intuitively and mathematically, the valuation of low-probability events with extremely high rewards. The analysis shows that the paradox remains active in various application areas, where different theoretical approaches manifest themselves in practical decision-making strategies.

Joint work with:

Christian Camilo Cadena-Lemos¹, Master INVESTMAT student, Universitat Politècnica de València and Universitat de València, Valencia, Spain.

Santiago González², Master INVESTMAT student, Universitat Politècnica de València and Universitat de València, Valencia, Spain.

References

- [1] Karl Menger. Das unsicherheitsmoment in der wertlehre: Betrachtungen im anschluß an das sogenannte petersburger spiel. *Zeitschrift für Nationalökonomie/Journal of Economics*, pages 459–485, 1934.
- [2] David Durand. Growth stocks and the petersburg paradox. *The Journal of Finance*, 12(3):348–363, 1957.
- [3] Christian Seidl. The st. petersburg paradox at 300. *Journal of Risk and Uncertainty*, 46:247–264, 2013.
- [4] Diego Marcondes, Cláudia Peixoto, Kdson Souza, and Sergio Wechsler. Entrance fees and a bayesian approach to the st. petersburg paradox. *Philosophies*, 2(2):11, 2017.
- [5] Takashi Izumo. Coarse addition and the st. petersburg paradox: A heuristic perspective, 2025.

*e-mail: denpacha@alumni.uv.es

¹e-mail: cccadlem@upv.edu.es

²e-mail: sgoncon@upv.edu.es

The St. Petersburg Paradox: Historical Review, Approaches, and Applications

Christian Camilo Cadena-Lemos*

Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València
València, Spain

Abstract

The objective of this session is to present two recent scholarly contributions offer innovative frameworks for addressing the longstanding St. Petersburg paradox through fundamentally different methodological lenses. The first part is to the work of Takashi Izumo of Nihon University in Tokyo, who proposes an approach grounded in cognitive principles, specifically the concept of coarse addition. His work begins with a comprehensive review of historical treatments before critically examining the foundational assumptions that underpin traditional solutions [1]. Izumo's central insight derives from observations about human information processing: individuals tend to aggregate and categorize elements rather than process each component in isolation. The second contribution adopts a Bayesian methodology to reinterpret the paradox through probabilistic reasoning, following W. Feller's work, these authors introduce an entrance fee structure contingent on the probability of obtaining tails (θ) when this probability falls between $0 < \theta < 1/2$. Their principal innovation lies in treating (θ) as a random variable subject to prior distribution assumptions rather than a fixed parameter [2]. This probabilistic reframing enables examination of two distinct scenarios: a perfectly fair coin where ($\theta = 1/2$) and situations where (θ) follows a prior distribution arbitrarily proximate, yet systematically distinct from $1/2$.

Joint work with:

Natalia Páez¹, Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

Santiago González², Estudiante del Máster INVEST-MAT, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, València, Spain.

References

- [1] Takashi Izumo. Coarse addition and the st. petersburg paradox: A heuristic perspective, 2025.
- [2] Diego Marcondes, Cláudia Peixoto, Kdson Souza, and Sergio Wechsler. Entrance fees and a bayesian approach to the st. petersburg paradox. *Philosophies*, 2(2):11, 2017.

*e-mail: cccadlem@upv.edu.es

¹e-mail: dch@alumni.uv.es

²e-mail: sgoncon@upv.edu.es

Acciones de grupo sobre superficies de Riemann

José Miguel Carrasco Labarca*

Estudiante del Master INVESTMAT,
Universitat Politècnica de València, Universitat de València,
València, España

Resumen

En esta charla se mostrará la relación entre las acciones de grupos finitos sobre superficies de Riemann y las representaciones que estas inducen en espacios de formas diferenciales. En primer lugar, se presentará la fórmula de Riemann–Hurwitz como herramienta fundamental para describir el género de una superficie a partir del género de la base y los índices de ramificación del cubrimiento. Luego, se presentará la acción del grupo de automorfismos sobre el espacio $H^{1,0}(\mathcal{X}, \mathbb{C})$, que determina la representación analítica. Luego, se introducirá la ecuación de Chevalley–Weil, que permite calcular la descomposición de dicha representación en submódulos irreducibles en función de la firma del cubrimiento y de los estabilizadores de los puntos ramificados. Finalmente, se comentará cómo estos cálculos pueden implementarse mediante diferentes herramientas computacionales, facilitando el estudio de ejemplos concretos.

* e-mail: jmcarlab@upv.edu.es

