



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

CIMPA

Centro de Investigación en  
**Matemática Pura y  
Aplicada**

EMat

Escuela de  
**Matemática**

# Mini Simposio de Investigación

Presentación de resultados  
de las investigaciones a cargo  
de estudiantes de la Escuela  
de Matemática.

## Investigador

Dr. Alberto  
Hernández  
Alvarado

Dr. Juan Gabriel  
Calvo Alpizar

Dr. Rafael  
Zamora Calero

## Estudiantes

Ignacio Rojas, Daniel Mora

Roger Sánchez Brenes, Josué  
Padilla Torres, Daniel Mora Mora,  
Aron Granados Leiva, José Andrés  
Fallas Rojas, Camila Tobón Vanegas  
y Jordi Suazo Chanto.

Axcel Picado, Héctor Méndez,  
Bryan González.

# Mini Simposio de Investigación: Teoría de Representaciones y módulos algebraicos

Estudiantes:

Daniel Mora , Matemática Pura

Ignacio Rojas, Matemática Pura

Investigador a cargo: Dr. Alberto Hernández Alvarado.

23 de marzo, 9:00 a.m. mediante ZOOM

## Bios

Daniel Mora nació en Cartago en mayo de 1998. Se graduó del colegio Metodista y actualmente es estudiante de segundo año de la carrera de matemática en la Universidad de Costa Rica.

Ignacio Rojas nació en San José en setiembre de 1996. Estudió Matemática en la Universidad de Costa Rica y se graduó de la misma en el año 2020. Actualmente cursa el posgrado en Matemática y la carrera de Ingeniería Eléctrica.

## Resumen

Todos estamos familiarizados con los números naturales y con los números primos, y la mayoría con el teorema fundamental de la aritmética, que dice que todo número natural se puede factorizar de manera única como producto de números primos. Existen, sin embargo, estructuras en donde la idea de objetos  $\hat{\text{primos}}$  está de alguna manera definida, pero la mayoría de los objetos no cumplen un teorema de factorización prima. En nuestro caso, hablamos de la categoría de módulos sobre un álgebra, en este universo los  $\hat{\text{primos}}$  se llaman módulos inescindibles y no es cierto que siempre un objeto se pueda descomponer de manera única como suma directa de objetos inescindibles. En esta charla introduciremos un caso particular de categorías de módulos sobre un álgebra, las categorías Krull- Schmidt, en las cuales todos los objetos satisfacen un teorema de descomposición prima. En particular demostraremos que la categoría de flechas de un álgebra es Krull-Schmidt.

## Referencias

- [1] Pierre-Francois Burgermeister. Classification des représentations de la double flèche.1986.
- [2] R. Martínez-Villa. Introducción a la teoría clásica de representaciones de álgebras. Monografías del Instituto de Matemáticas: Instituto de Matemáticas. Universidad Nacional Autónoma de México, 1990.

# Mini Simposio de Investigación: MEF vs Chebfun. Comparación de métodos numéricos para aproximar la solución de la ecuación de Helmholtz en 1D y 2D.

Estudiantes:

Róger Alonso Sánchez Brenes, Matemática Pura

Josué Alejandro Padilla Torres, Matemática Pura

Investigador a cargo: Dr. Juan Gabriel Calvo

23 de marzo, 9:35 a.m. mediante ZOOM

## Bios

Róger Sánchez nació en San José en marzo de 1999. Se graduó del Colegio San Luis Gonzaga y actualmente es estudiante de cuarto año de la carrera de Matemática en la Universidad de Costa Rica.

Josué Padilla nació en Guanacaste en mayo de 1998. Se graduó del programa del Diploma de Bachillerato Internacional en el Colegio de Bagaces, y actualmente es estudiante de tercer año de la carrera de Matemática en la Universidad de Costa Rica.

## Resumen

En esta charla aproximaremos la solución de la ecuación de Helmholtz, con condiciones de frontera homogéneas, utilizando una implementación del Método de Elementos Finitos y un método implementado en la librería Chebfun, en MATLAB, con el fin de comparar ambos métodos. En la primera parte, aproximaremos la solución en el caso 1-dimensional. En la segunda parte, veremos la aproximación en el caso 2-dimensional. En ambas partes, compararemos los métodos observando el error en la norma infinito y la norma  $L^2$ , así como sus respectivos tiempos de ejecución.

## Referencias

- [1] Yifan Jiang. (2014) Finite Element Analysis Of a One-Dimensional Helmholtz Equation. State College: Department of Mathematics, Penn State University.
- [2] Susanne C. Brenner, y Scott, L. R. (2008). The mathematical theory of finite element methods.
- [3] Chen L. (2018) Programming of finite element methods in matlab.

# Mini Simposio de Investigación: Aproximación de la Función Contadora de Primos utilizando Interpoladores de Chebyshev

Estudiante:

Daniel Mora Mora, Matemática Pura

Investigador a cargo: Dr. Juan Gabriel Calvo

23 de marzo, 9:35 a.m. mediante ZOOM

## Bios

Daniel Mora nació en Cartago en mayo de 1998. Se graduó del colegio Metodista y actualmente es estudiante de segundo año de la carrera de matemática en la Universidad de Costa Rica.

## Resumen

Históricamente, el estudio de los números primos se ha centrado en buscar una descripción de la densidad del conjunto de primos con respecto a los números naturales. Para ello, se introduce la función contadora de primos  $\pi(x)$  que cuenta la cantidad de números primos menores o iguales a  $x$ . Tomando como base el teorema de los números primos (1896) y el trabajo revolucionario de Riemann (1859), aproximamos la función contadora de primos implementando el método de interpoladores de Chebyshev.

## Referencias

- [1] Harold M Edwards. *Riemann's zeta function*. Academic press, 1974.
- [2] Barry Mazur and William Stein. *Prime numbers and the Riemann hypothesis*. Cambridge University Press, 2016
- [3] Hans Riesel and Gunnar Gohl. Some calculations related to Riemann's prime number formula. *Mathematics of Computation*, 24(112):969-983, 1970.
- [4] Lloyd N Trefethen. *Approximation Theory and Approximation Practice, Extended Edition*. SIAM, 2019.

# Mini Simposio de Investigación: Estudio de la ecuación de Burgers como modelo de flujos con viscosidad

Estudiantes:

María Camila Tobón Vanegas, Física

Jordi Esteban Suazo Chanto, Física

Investigador a cargo: Dr. Juan Gabriel Calvo

23 de marzo, 9:35 a.m. mediante ZOOM

## Bios

## Resumen

Se utiliza la técnica de interpolación por polinomios de Chebyshev por medio de la herramienta de Matlab para solucionar la ecuación de Burgers en la aproximación de baja viscosidad. Además se estudia el comportamiento de la solución en diferentes viscosidades y se da un acercamiento a su interpretación física.

## Referencias

# Mini Simposio de Investigación: Promediabilidad extrema del grupo de automorfismos de un grafo aleatorio ordenado

Estudiantes:

Héctor Méndez Gómez , Matemática Pura

Axcel Picado Piedra, Matemática Pura

Investigador a cargo: Dr. Rafael Zamora Calero.

23 de marzo, 10:40 a.m. mediante ZOOM

## Bios

Héctor Méndez graduado en el bachillerato en matemática por la Universidad de Costa Rica. Hizo estudios de maestría en matemática con la Universitat Politècnica de Valencia, en convenio con la Universidad de Valencia, en España. Actualmente es profesor en la Universidad de Costa Rica y esta iniciando el doctorado en matemática en la Universitat Politècnica de Valencia, con el equipo de investigación de análisis, especializándose en la dinámica de operadores lineales.

Axcel Picado Piedra obtuvo su bachillerato en matemática en la UCR, actualmente es estudiante de la maestría académica en matemática de la UCR. Durante sus estudios de bachillerato participó en múltiples competencias de matemática a nivel iberoamericano donde obtuvo varios reconocimientos. Recientemente se ha incorporado al cuerpo docente de la Escuela de Matemática de la UCR. Sus intereses principales son Topología y Lógica.

## Resumen

Sea  $N$  el grafo aleatorio ordenado linealmente y contable. Consideramos  $G = \text{Aut}(N)$  el grupo de automorfismos en  $N$ , equipado con la topología de la convergencia puntual. En esta charla probaremos que  $G$  es extremadamente promediable, es decir, que el  $G$ -flujo minimal universal se reduce a un singleton. Esto no sucede en general, por ejemplo es falso para el grafo aleatorio contable, así que nos basamos en los estudios de Pestov [2] analizando la relación que hay entre la teoría de Ramsey y la dinámica topológica de grupos, con el fin de reformular el resultado principal para este grupo de automorfismos en específico.

## Referencias

- [1] Kechris, A. S., Pestov, V. G., Todorćević, S. (2005). Frasse limits, Ramsey theory, and topological dynamics of automorphism groups. *Geometric Functional Analysis GFA*, 15(1), 106-189.
- [2] Pestov, V. (1998). On free actions, minimal flows, and a problem by Ellis. *Transactions of the American Mathematical Society*, 350(10), 4149-4165.

# Mini Simposio de Investigación: Espacios de Hilbert y su estructura modelo-teórica

Estudiante:

Bryan González Leandro , Matemática Pura

Investigador a cargo: Dr. Rafael Zamora Calero.

23 de marzo, 10:40 a.m. mediante ZOOM

## Bios

Bryan González Leandro nació en Cartago, en mayo de 1998. Obtuvo su diploma de Bachiller en Educación Media en 2015, en el Liceo de San Francisco Lic. Daniel Oduber Quirós. Actualmente cursa el cuarto año de la carrera de Matemática en la Universidad de Costa Rica.

## Resumen

Es usual utilizar la teoría de modelos para estudiar las propiedades de estructuras algebraicas. Sin embargo, es también posible utilizar ideas lógicas para modelar espacios más analíticos. En esta charla se hará una breve introducción a la lógica continua, que pretende adaptar los conceptos de lógica regular para ser aplicados a espacios métricos. Luego se establecerá el caso particular de espacios de Hilbert de dimensión infinita, así como algunas de sus propiedades modelo-teóricas, como lo son la  $\omega$  - estabilidad y la eliminación de cuantificadores. Esta charla no presupone conocimientos en teoría de modelos.

## Referencias

- [1] I. Yaacov, A. Berenstein, C. W. Henson y A. Usvyatsov: Model theory for metric structures, vol. 2 de *London Mathematical Society Lecture Note Series*, pág. 315â427. Cambridge University Press, 2008.
- [2] R. Zamora Calero: Notas de Lógica EMALCA 2019. Universidad de Costa Rica, 2019. Recuperado de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/78902>.