

# Conferencias IMCA 25 Años



14 – 16 de diciembre de 2022

Lima – Perú

# Bienvenida

Estimados amigos,

Queremos darles la bienvenida a este seminario de fin de año organizado por el IMCA.

En esta ocasión las conferencias de fin año celebran el 25 aniversario de fundación del IMCA.

Las sesiones se llevarán a cabo del 14 al 16 de diciembre, distribuidas en sesiones matutinas y vespertinas.

Agradecemos a todos ustedes por su participación.

IMCA  
Lima, diciembre del 2022

## Acerca del IMCA

En 1989 se inició un programa de apoyo al desarrollo de la investigación en matemática en el Perú, con recursos provenientes íntegramente del International Centre for Theoretical Physics (ICTP) Trieste, Italia. Este programa, tuvo como eje de organización científica el Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) de Rio de Janeiro, hasta 1997 cuando el IMCA asumió esta tarea.

El interés despertado por este proyecto en la comunidad científica en Lima y el inminente retorno de jóvenes doctores peruanos, llevó en diciembre de 1997, a la creación del Instituto de Matemática y Ciencias Afines (IMCA) en la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Este instituto sustenta sus esperanzas de éxito en la tradición de buen semillero de talentos para la matemática que el Perú ha mostrado a lo largo de su historia y en la interacción científica amplia a nivel internacional, con centros de investigación similares.

El IMCA estaba instalado fuera del campus de la UNI ocupando durante casi diez años una casa colonial construida en 1780 conocida como Casa de las Trece Monedas en el Jirón Ancash 536 en el centro de Lima. En febrero del año 2006 se mudó un nuevo local.

El nuevo local fue posible gracias a un grupo de empresarios peruanos, liderados por el ingeniero Alberto Benavides de la Quintana, quien decidió reactivar el Patronato de la UNI comenzando por construir un nuevo local para el IMCA en un terreno en La Molina, cedido por el Ministerio de Educación en la Calle Los Biólogos 245. En marzo del 2006 se realizaron las primeras clases en La Molina y en diciembre del 2006 se inauguró oficialmente realizando la International Conference on Mathematics - IMCA 2006.

Desde el año 2015, el instituto también lleva el nombre Ing. Alberto Benavides de la Quintana.

El cuerpo científico del IMCA está formado mayoritariamente por profesores de la UNI, también cuenta con la colaboración de profesores de otras universidades los cuales también son considerados profesores asociados al IMCA. Contamos entre estas universidades a la Pontificia Universidad Católica del Perú y a la Universidad del Pacífico.

El IMCA además de ser un Centro Afiliado del ICTP ha recibido apoyo y colaborado científicamente con muchas instituciones de prestigio entre ellas:

- Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) - Brasil. International
- Centre for Theoretical Physics (ICTP) - Italia.
- Centre International de Mathématiques Pures et Appliqués (CIMPA) -Francia.
- Centre de Recerca Matemàtica (CRM) - España.
- Université Blaise-Pascal de Clermont Ferrand - Francia
- INRIA - Francia
- INRA - Francia
- Université de Perpignan - Francia
- Université Antilles-Guyane - Francia
- Centro de Modelamiento Matemático de la Universidad de Chile

# Información general

## Horario de las sesiones

Programa IMCA 25 años

Diciembre 2022

	Miércoles 14	Jueves 15	Viernes 16
9:00-9:45	Enrique Chávez	Helmuth Villavicencio	Ernesto Oré
10:00-10:45	Alexander Condori	Yboon García	Tomás Gálvez
	Café		
11:15-12:00	Dante Carrasco	Eduardo Cerpa	Jorge Poco
	Almuerzo		
14:30-15:15	Ricardo Ramos	Nelson Berrocal	Rudy Rosas
15:15-16:00	Jack Arce	Javier Cerda	Johel Beltrán
	Café		
16:30-17:15	Franco Vargas	Pablo Cárdenas	César Camacho
17:15-18:00		Alan Ayala	Chocolatada
18:30-19:00	Inauguración		

## Resúmenes

### ALGORITMOS MATEMÁTICOS EN COMPUTACIÓN A EXASCALE

Alan Ayala

Innovative Computing Laboratory, USA.

aayala@imca.edu.pe

En esta charla presentaremos una línea de tiempo del desarrollo de algoritmos matemáticos para supercomputadores hacia exascale performance. En particular, haremos énfasis en álgebra lineal, transformada de Fourier y modelamiento numérico.

Comentaremos sobre el estado de proyectos a nivel internacional en este tema.

\_\_\_\_\_ ○ \_\_\_\_\_

### SOBRE EL COMPORTAMIENTO GENÉRICO DE LA ENTROPÍA MÉTRICA

Alexander Condori

Univ. Nac. San Cristóbal de Huamanga, Perú

alexander.condori@unsch.edu.pe

Karl Sigmund (Trans. Am. Math. Soc. 190:285–299, 1974) planteó la siguiente conjetura: si un sistema dinámico topológico  $(X, f)$  satisface la propiedad de especificación periódica, entonces la entropía métrica de una medida invariante es genéricamente cero en el conjunto de todas las medidas invariantes por  $f$ . En esta ponencia, se dará solución a la conjetura anterior usando una representación alternativa de la entropía métrica, en términos de la bola dinámica de Bowen, y un resultado análogo al Teorema de Brin-Katok, en un contexto de sistemas dinámicos topológicos.

Financiado por PROCENCIA 040-2021 FONDECYT

\_\_\_\_\_ ○ \_\_\_\_\_

TBA

César Camacho

Fundación Getúlio Vargas & IMPA – Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Brasil

cesar.camacho@fgv.br

\_\_\_\_\_ ○ \_\_\_\_\_

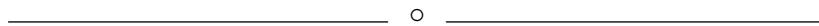
## ALGUNOS ASPECTOS DINÁMICOS EN ESPACIOS UNIFORMES

Dante Carrasco

universidad del Bío-Bío, Chile

dcarrasc@ubiobio.cl

Muchos aspectos dinámicos han sido y siguen desarrollándose sobre espacios métricos. Una manera de abordar determinados fenómenos dinámicos (en un cierto sentido más general), es analizando alguna dinámica en espacios uniformes. Aquí nos centraremos en algunas propiedades dinámicas tales como: expansividad, sombramiento, estabilidad topológica, etc., con enfoques topológico y medible.



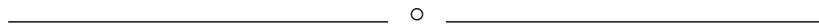
## ESTABILIDAD Y MÉTODO DE PERTURBACIÓN SINGULAR EN EDP'S

Eduardo Cerpa

Pontificia Universidad Católica de Chile

eduardo.cerpa@mat.uc.cl

En esta charla estamos interesados en estudiar propiedades de estabilidad de ciertos sistemas dinámicos descritos por una ecuación en derivadas parciales. En particular nos interesa el caso en donde diferentes escalas de tiempo están involucradas. En dimensión finita una herramienta clásica a utilizar es el método de perturbación singular y hay resultados generales asegurando su aplicabilidad. En dimensión infinita hay que demostrarlo para cada sistema bajo estudio, habiendo casos positivos y negativos. Esto lo explicaremos con sistemas involucrando ecuaciones de onda y ecuaciones dispersivas tipo Korteweg-de Vries, en ambos casos acopladas con ecuaciones diferenciales ordinarias.



## INVERSIÓN DE ONDAS, TRANSPORTE ÓPTIMO Y BÚSQUEDA DE PETRÓLEO

Enrique Chávez Sarmiento

Universidad del Pacífico, Perú

echavez@imca.edu.pe

En esta charla describiremos los aspectos teóricos que involucran la exploración de posibles yacimientos petrolíferos en alta mar. Concretamente, mostraremos cómo el problema de la inversión de ondas es empleado para mapear el fondo marino. Tradicionalmente este abordaje involucra la comparación de las ondas reales, recepcionadas en el trabajo de campo, con un modelo teórico, usando una distancia  $L^2$ .

Una forma de mejorar este método es cambiar la distancia empleada por otra menos convencional, como la distancia de Wasserstein por ejemplo, que compara dos distribuciones de probabilidad. Otro abordaje del problema es medir las diferencias entre los datos reales y el modelo teórico empleando teoría de transporte óptimo de masas desbalanceado. Revisaremos las ventajas y desventajas de este último abordaje, junto con los últimos avances teóricos relacionados.



## DESCOMPOSICIÓN INERCIAL-RELAJADO PARA INCLUSIONES MONÓTONAS COMPUESTAS.

Ernesto Oré  
IMCA-UNI, Perú  
eore@imca.edu.pe

Siguiendo el espíritu de extensión del método proximal desarrollado por Alves et al, proponemos en este trabajo un método de separación primal-dual Inercial-Relajado, aplicados a problemas de minimización de la suma de tres funciones convexas, siendo una de ellas suave, y considerando un acoplamiento de ellas por medio de una restricción lineal. Se propone un marco general

donde construimos diferentes operadores promedio cuyos puntos fijos se relacionan con la solución primal-dual de nuestro problema de optimización. Se obtiene dos distintas versiones de algoritmos, una del tipo Jacoby y otra del tipo Gauus-Seidel, extendiendo los métodos ADMM proximal, ambos incluyendo parámetros inercial y relajado.

Finalmente mostramos resultados numéricos al aplicar los algoritmos propuestos al problema fused LASSO.

Tr5abajo en conjunto con: Eladio Ocaña & Phillippe Mahey.



## VOLUMEN RENORMALIZADO PARA CURVAS DE WEIL-PETERSSON

Franco Vargas  
Yale University, USA  
franco.vargaspallete@yale.edu

En esta charla introduciré el concepto de volumen renormalizado para curvas de Jordan en el espacio de Weil-Petersson. En particular, reinterpretemos la energía de Loewner en el lenguaje de geometría hiperbólica. Esto es basado en trabajo en preparación con Martin Bridgeman, Ken Bromberg e Yilin Wang.



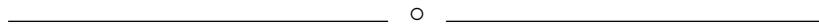
## SOBRE LOS SISTEMAS ASINTÓTICAMENTE EXPANSIVOS

Helmuth Villavicencio

IMCA-UNI, Perú

hvillavicencio@imca.edu.pe

En esta presentación estudiaremos mapas continuos sobre espacios métricos para los que dos órbitas cercanas son asintóticas (denominadas asintóticamente expansivas para abreviar). También, mostraremos condiciones necesarias y suficientes para la expansividad asintótica y una versión del teorema de descomposición espectral. Finalmente, estimaremos la entropía a través de la tasa de crecimiento de las órbitas periódicas y discutiremos algunas preguntas en abierto inducidas por estos sistemas.



## PRODUCTOS TENSORIALES TORCIDOS

Jack Arce

FC-UNI, Perú

ajackd@imca.edu.pe

Los productos tensoriales torcidos aparecen motivados por la geometría no conmutativa con el fin de obtener un análogo no conmutativo del producto cartesiano en la geometría clásica. En esta charla abordaremos los productos tensoriales torcidos empleando herramientas del álgebra lineal. Caracterizamos los productos tensoriales torcidos cuando uno de los factores tiene dimensión finita y presentaremos ejemplos en los cuales ambos factores tienen dimensión finita. Finalmente presentamos una caracterización de los productos tensoriales torcidos estándar de  $K_n$  con  $K_m$  vía carcajes.



## EL MOVIMIENTO BROWNIANO Y EL OPERADOR LAPLACIANO

Johel Beltrán

Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú

johel.beltran@pucp.pe

Es bien conocido que un modo de definir trayectorias sobre un cierto abierto  $U$  del espacio euclideo es a través de campos vectoriales en  $U$ . El vector asignado a cada punto de  $U$  resulta ser el vector velocidad de la trayectoria al pasar por dicho punto. Los campos vectoriales son operadores diferenciales de primer orden. En la charla, contaremos cómo se enuncia un problema análogo, en donde en vez de un campo vectorial, usaremos el operador laplaciano. Las trayectorias obtenidas son aleatorias y conocidas como movimiento browniano.

## INTERPRETACIÓN DE MODELOS DE MACHINE LEARNING PARA TEXTO: UN CASO DE ESTUDIO CON DOCUMENTOS LEGALES

Jorge Poco

FGV, Brasil

jorge.poco@fgv.br

Machine Learning ha revolucionado la tecnología del lenguaje en los últimos años, y constituye el estado del arte en dominios que van desde la traducción automática y la respuesta a preguntas hasta el reconocimiento del habla y la generación de música. A pesar de su adopción generalizada, los modelos de aprendizaje automático siguen siendo en su mayoría cajas negras. Con esa potencia y popularidad, surgen nuevas responsabilidades y preguntas: ¿cómo garantizamos la fiabilidad, evitamos sesgos indeseables y proporcionamos información sobre cómo un sistema llega a un resultado concreto? ¿Cómo aprovechar los conocimientos especializados y las opiniones de los usuarios para mejorar aún más los modelos? En todas estas cuestiones, la “interpretabilidad” de los modelos de aprendizaje profundo es clave. En esta charla vamos a definir el problema de interpretación de modelos de Machine Learning para textos. Además, describiremos los fundamentos matemáticos para este tipo de técnicas, en específico la técnica Local Interpretable Model-agnostic Explanations (LIME). Finalmente mostraré un caso de estudio usando documentos de precedentes jurídicos del Supremo Tribunal Federal de Brasil.

\_\_\_\_\_ ○ \_\_\_\_\_

## MODELO ESTOCÁSTICO PARA EL SPREAD EN PRESENCIA DE FLUCTUACIONES DE LIQUIDEZ

José Javier Cerda

FIEECS-UNI, Perú

josecehe@gmail.com

En el presente trabajo, en base a evidencia empírica, proponemos un modelo estocástico para explicar las fluctuaciones grandes en los precios en los activos ante fluctuaciones de liquidez en los mercados. Además, presentaremos algunas propiedades del modelo y evidenciamos algunos hechos empíricos reportados en diversos trabajos.

\_\_\_\_\_ ○ \_\_\_\_\_

## FROM PATHS GRAPHS TO ELEGANT SPIDERS

Nelson Berrocal Huamaní

Univ. Nac. San Cristóbal de Huamanga, Perú

nelson.berrocal@unsch.edu.pe

Decimos que un árbol es una araña si tiene como máximo un vértice de grado mayor que dos. Probamos la existencia de una familia de etiquetas elegantes para arañas cuyas patas tienen todas la misma longitud y algunas longitudes en particular.



## CORRECCIÓN DE ERRORES CUÁNTICOS USANDO CÓDIGOS ESTABILIZADORES

Pablo Cárdenas

IMCA-UNI, Perú

pablo.cardenas@imca.edu.pe

Las computadoras cuánticas poseen un gran potencial de resolver ciertos problemas computacionales, tales como la factorización de enteros o el logaritmo discreto, más rápido que las computadoras clásicas. Sin embargo, se tiene la dificultad de aislar el sistema cuántico del entorno, lo que dificulta mantener los estados cuánticos de los qubits. En consecuencia, los qubits sufren de ruido llamado decoherencia. Por esta razón, para que las computadoras cuánticas puedan desarrollar ese potencial necesitan algún tipo de procedimiento de corrección de errores.

La teoría de corrección de errores cuánticos describe una estrategia para añadir redundancia al sistema cuántico con la intención de identificar y corregir cierto tipo de errores. Esta estrategia consiste en codificar el estado cuántico en códigos los cuales pueden sufrir errores. La finalidad de estos códigos es que se pueda recuperar el estado inicial aunque haya ocurrido cierto tipo de errores.

Muchos códigos de corrección de errores pueden ser descritos en términos de los estabilizadores de los códigos. Análogamente, los estabilizadores forman un subgrupo abeliano finito del grupo de Pauli que permite una simple caracterización de los códigos de corrección de errores. De esta relación entre los códigos y sus estabilizadores proviene la teoría de códigos estabilizadores cuánticos.



## EL GRUPO $\pi_2(G)$

Ricardo Ramos

Pontificia Universidad Católica del Perú

rjesusrc@gmail.com

Conversaremos sobre la relación entre geometría y álgebra para el cálculo del segundo grupo fundamental de un grupo de Lie (semisimple). Se presentarán herramientas generales que se utilizan para el cálculo de dicho grupo.



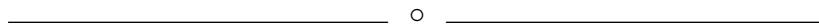
## PUNTOS FIJOS DE DIFEOMORFISMOS

Rudy Rosas

Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú

rudy.rosas@pucp.pe

Discutiremos algunos resultados clásicos, así como ciertos problemas abiertos, sobre la dinámica local de los puntos fijos tangentes a la identidad de difeomorfismos holomorfos.



## TRATAMIENTO NUMÉRICO DE LA TEORÍA SECULAR DE PERTURBACIONES BASADO EN EL GRUPO DE RENORMALIZACIONES

Tomás Gálvez Gherzi

Universidad de Ingeniería y Tecnología, Perú

jgalvezg@utec.edu.pe

La teoría de perturbaciones es una herramienta crucial para muchos sistemas físicos, cuando las soluciones analíticas son muy complicadas de obtener (o intratables). Una aplicación convencional de la teoría de perturbaciones suele fallar en grandes escalas de tiempo, y devienen en soluciones con crecimiento secular. Estas soluciones divergentes suelen tratarse con una gran variedad de técnicas, entre las cuales se encuentra el poderoso método de renormalizaciones dinámicas (DRG). La mayor parte de estos procedimientos se basan en contar con soluciones analíticas hasta cierto orden de la serie perturbativa. Sin embargo, hay casos en los que los sistemas solo pueden ser resueltos numéricamente. Y por ello reformulamos el DRG en el lenguaje de la geometría diferencial, lo que nos permite aplicar el método para sistemas que solo cuentan con soluciones numéricas, ya sea a orden cero o a cualquier otro orden. Dicha reformulación también nos permite aplicar el DRG en sistemas en los que existe un flujo de parámetros en el sistema no perturbado, y por lo tanto, sus resultados pueden expandirse a cualquier orden de expansión perturbativa. Como un ejemplo, en esta charla se mostrara el

calculo para el solitón KdV deformado por un término de fricción. Construyendo soluciones numéricas que son validas tras un largo tiempo de evolución, bastante mas allá del régimen de validez de las soluciones perturbativas tradicionales.

○

## CARACTERIZACIÓN DE LA CUASICONVEXIDAD DEL ÍNFIMO DE UNA FAMILIA DE TRASLACIONES DE FUNCIONES CUASICONVEXAS

Yboon García

Universidad del Pacífico, Perú

garcia\_yv@up.edu.pe

Es bien sabido que la suma de dos funciones cuasiconvexas no es cuasiconvexa en general, y lo mismo ocurre con el mínimo. Aunque aparentemente estos dos enunciados (para la suma y el mínimo) no tienen nada en común, están relacionados, como mostramos en este trabajo. Para desarrollar nuestro estudio, se introduce la noción de familia cuasiconvexa y se establecen varias caracterizaciones de dicho concepto: una de ellas es la cuasiconvexidad del ínfimo puntual de las traslaciones arbitrarias de funciones cuasiconvexas en la familia; otra es la convexidad de la unión de dos cualesquiera de sus conjuntos de subniveles; una tercera es la cuasiconvexidad de la suma de las funciones cuasiconvexas, compuesta por funciones arbitrarias no decrecientes. Como subproducto, cualquiera de las caracterizaciones antes mencionadas, además de proporcionar la cuasiconvexidad de la suma, también implica la cuasiconvexidad semiestricta de la suma si todas las funciones de la familia tienen la misma propiedad. Se presentan tres aplicaciones concretas en la optimización cuasiconvexa: Primero, establecemos la convexidad del conjunto de soluciones eficientes propias (de Benson) para un problema de optimización vectorial cuasiconvexa; segundo, derivamos condiciones que nos permiten reducir un problema de optimización restringido a uno con una única restricción de desigualdad y, finalmente, mostramos una clase de problemas de minimización cuasiconvexos que tienen una brecha de dualidad cero.

Trabajo en colaboración con:

**Fabian Flores-Bázan**, Mathematical Engineerin Department, University of Concepción , Concepción, Chile.

**Nicolas Hadjisavvas**, Department of Product and Systems Design Engineering, University of the Aegean, Syros, Hermoupolis, Greece.

### References

- [1] AUSSEL, D.; CORVELLEC, J.-N.; LASSONDE, M., Subdifferential characterization of quasiconvexity and convexity, *J. Convex Anal.*, **1** (1995), 195–201.
- [2] AUSSEL, D.; DANILIDIS, A., Normal characterization of the main classes of quasiconvex functions, *Set-Valued Anal.*, **8**(2000), 219–236.

- [3] BORDE, J.; CROUZEIX, J.-P., Continuity properties of the normal cone to the level sets of a quasiconvex function, *J. Optim. Theory Appl.*, **66** (1990), 415–429.
- [4] FLORES-BAZÁN, F.; GARCÍA, Y.; HADJISAVVAS, N., Characterizing quasiconvexity of the pointwise infimum of a family of arbitrary translations of quasiconvex functions, with applications to sums and quasiconvex optimization, *Math. Program. B*, <https://doi.org/10.1007/s10107-021-01647-w>.

