

Llistat de Treballs de Fi de Grau PDG en Física - Matemàtiques Curs 2024/25

1) Treballs concertats amb estudiants:

Departament d'Anàlisi Matemàtica

1. **Tutor:** Antonio Galbis

Título: Introducción a las ondículas

Estudiante: David Gisbert Jimena

Resumen: El objetivo es aprender qué es el análisis multiresolución y como se usa para la construcción de ondículas, así como estudiar las propiedades básicas de estas y sus aplicaciones.

Requisitos: Espacios de Hilbert y series de Fourier

Departament d'Estadística i Investigació Operativa

1. **Tutor:** Consuelo Parreño Torres

Título: Modelo Integrado de Lógica Difusa, Multicriterio y Análisis de Eficiencia.

Estudiante: Javier Montané Ortuño

Resumen: Se pretende desarrollar un modelo que aproveche la flexibilidad de la lógica difusa junto con el análisis multicriterio y de eficiencia. La lógica difusa es esencial para modelar ambigüedades y manejar la incertidumbre, facilitando una interpretación más realista de información cualitativa en contextos de datos inciertos. En combinación con el análisis multicriterio, este enfoque permite una evaluación coherente de opciones basada en múltiples factores de interés, mientras que el análisis de eficiencia ofrece un marco para comparar el rendimiento de estas opciones.

Requisitos: Haber superado la asignatura de Programación Matemática.

2. **Tutor:** Consuelo Parreño Torres

Título: Métodos exactos y heurísticos para la optimización de un problema de optimización combinatoria.

Estudiante: Pablo Corredor Pérez

Resumen: Este trabajo aborda la resolución de un problema de optimización combinatoria mediante técnicas de investigación operativa. Se modelizará matemáticamente el problema y se explorará la capacidad del solver comercial Gurobi para encontrar soluciones óptimas en un amplio conjunto de instancias. Se introducirán restricciones válidas para reforzar la formulación, mejorando su relajación lineal. Además, se desarrollarán heurísticas en Python, diseñadas para generar soluciones de alta calidad en tiempos computacionales reducidos. Aparte del desafío que supone enfrentarse a un problema real, este trabajo ofrecerá al estudiante la oportunidad de profundizar en las técnicas heurísticas y metaheurísticas, y de iniciarse en la programación en Python.

Requisitos: Haber superado la asignatura de Programación Matemática.

3. **Tutor:** Consuelo Parreño Torres

Título: Métodos exactos y heurísticos para la optimización de un problema de optimización combinatoria.

Estudiante: Luis Bonanad Estarlich

Resumen: Este trabajo aborda la resolución de un problema de optimización combinatoria mediante técnicas de investigación operativa. Se modelizará matemáticamente el problema y se explorará la capacidad del solver comercial Gurobi para encontrar soluciones óptimas en un amplio conjunto de instancias. Se introducirán restricciones válidas para reforzar la formulación, mejorando su relajación lineal. Además, se implementarán heurísticas en C++, diseñadas para generar soluciones de alta calidad en tiempos computacionales reducidos. Aparte del desafío que supone enfrentarse a un problema real, este trabajo ofrecerá al estudiante la oportunidad de profundizar en las técnicas heurísticas y metaheurísticas, y de iniciarse en la programación en C++.

Requisitos: Haber superado la asignatura de Programación Matemática.

4. **Tutor:** Francisco Montes

Título: Influencia de las características socio-económicas y geográficas en el voto

Estudiante: Alonso Ciscar Taulet

Resumen: El Trabajo de Fin de Grado busca estudiar cómo características, no necesariamente políticas que afectan a los ciudadanos, influyen en su voto. En particular, la localización geográfica, los recursos en diferentes regiones, la concentración de la población y la actividad económica

Requisitos: Ninguno especial

5. **Tutor:** Iván Giménez Palacios

Título: Un problema de logística en el transporte

Estudiante: María Colado Montañés

Resumen: Día a día, las empresas de transporte se enfrentan al problema de organizar diferentes rutas para satisfacer a clientes y también a empresas intermediarias que necesitan enviar y recibir productos. Esta situación real da lugar a diversos problemas de optimización, como pueden ser decidir en qué orden van a visitar los diferentes lugares los vehículos, y/o cómo organizar la carga que tienen que transportar, ya sea para entregarla o para recogerla. En este trabajo, vamos a tratar un problema asociado a la logística que requiere de la utilización de algoritmos para resolverlo. El objetivo es hacer un uso eficiente de los recursos que disponen las empresas, así como conseguir el máximo beneficio económico y evitar el exceso de contaminación.

6. **Tutor:** Juan Francisco Correcher Valls

Título: Desarrollo de un algoritmo heurístico para un problema de optimización combinatoria

Estudiante: Jorge Hernández Torres

Resumen: Desarrollo de un algoritmo heurístico para un problema de optimización combinatoria y realización de experimentos computacionales para su calibración y evaluación.

Requisitos:

7. **Tutores:** Álvaro Briz Redón / CoTutora externa: Paula Segura Martínez

Título: La regresión geográficamente ponderada

Estudiante: Luis Alarcón Lucas (doble Grado Física y Matemáticas)

Resumen: La regresión geográficamente ponderada es un tipo de modelo ampliamente

utilizado en estadística espacial para tener en cuenta la existencia de efectos locales entre una variable respuesta y una covariable. En este trabajo se describe la regresión geográficamente ponderada y se compara con el modelo de regresión clásico. Además, se analiza la implementación de la regresión geográficamente ponderada y posibles extensiones mediante técnicas de programación matemática.

Requisitos: Ninguno

Departament de Matemàtiques

Àrea d'Àlgebra

- 1) **Tutors:** Adolfo Ballester Bolinches / Vicent Pérez Calabuig

Títol: Brides i l'equació de Yang-Baxter

Estudiant: Joan Pérez Alemany

Resum: L'equació de Yang-Baxter (EYB) va ser introduïda independentment per Yang i Baxter com una equació de consistència dins dels seus treballs sobre mecànica quàntica i estadística, respectivament. L'estudi de les seues solucions no només té moltes interpretacions rellevants en l'àmbit de la Física i la Matemàtica, sinó que també juga un paper clau en la fundació de grups quàntics i proporciona un enfocament multidisciplinari des d'una gran varietat d'àrees com les àlgebres de Hopf, la Teoria de nusos i la Teoria de trenes entre d'altres. Des que Drinfeld va proposar l'estudi de les anomenades solucions conjuntistes, una corrent prolífica de treballs ha intentat entendre les famílies d'aquestes solucions mitjançant mètodes algebraics i combinatoris. Concretament, una de les maneres d'atacar aquest problema es basa en l'ús de noves estructures algebraiques, com les brides, que actuen sobre les solucions. Així, propietats de les solucions es poden traduir en propietats algebraiques d'aquestes estructures i viceversa.

Requisits: 4t curs del Doble Grau de Física i Matemàtiques

- 2) **Tutors:** Alexander Moretó y Noelia Rizo

Títol: Teoría de representaciones del grupo simétrico

Estudianta: Alison Tormos Belda

Resum: En este trabajo veremos una introducción a la teoría de representaciones de grupos finitos, centrándonos en las representaciones del grupo simétrico.

Requisits: Estructuras algebraicas

Àrea de Geometria i Topologia

1. **Tutor:** Esther Cabezas Rivas

Títol: "Riemann meets Einstein": la Geometría del espacio-tiempo

Estudiant: Francisco Javier Huertas Pérez

Resum: La Relatividad General es una teoría física impresionante, pero hoy en día puede considerarse esencialmente como una rama de la Geometría Diferencial (Geometría Lorentziana). Sin embargo, las intuiciones físicas que inducen resultados geométricos son más sutiles y menos evidentes en la Relatividad General que en la Mecánica Newtoniana y, por ello, muchos matemáticos son reacios a estudiarla. Pero, una vez superada esta dificultad, se revela

un nuevo mundo geométrico.

El objetivo del TFG es dar una introducción matemática rigurosa a la geometría del espacio-tiempo curvado, es decir, el estudio de las variedades dotadas de una métrica lorentziana que satisface las ecuaciones de campo de Einstein. Se detallarán algunos hitos de la historia de esta teoría que vincula problemas fundamentales de la física gravitacional con Geometría Diferencial, incluyendo el descubrimiento por Choquet-Bruhat de un problema de Cauchy bien planteado, posteriormente globalizada por Choquet-Bruhat y Geroch, los teoremas de singularidad de Penrose y Hawking, el teorema de la masa positiva de Schoen y Yau, o la prueba de la estabilidad del espacio-tiempo de Minkowski de Christodoulou y Klainerman.

Requisits: Geometría Diferencial Clásica

2. **Tutor:** Esther Cabezas Rivas

Títol: Flujo de Ricci en 3D: el teorema que lo empezó todo

Estudiant: Mario Planelles Gallardo

Resum: En 1982 Richard Hamilton introduce el flujo de Ricci, herramienta que estaba llamada a ser la clave en la demostración de las conjeturas de Poincaré y Thurston, el teorema de la esfera diferenciable o la conjetura de Smale. En este TFG se introducirán las herramientas fundamentales y resultados que permiten entender el primer artículo de Hamilton, el cual nada menos que demuestra la conjetura de Poincaré (el único problema del milenio resuelto hasta la fecha) bajo la hipótesis adicional de curvatura de Ricci estrictamente positiva. Entre otros, se estudiarán principios del máximo para 2-tensores y estimaciones a priori que permiten probar que, si la curvatura está acotada inicialmente, tanto ella como todas sus derivadas lo siguen estando para todo tiempo, lo cual permite deducir que el flujo tiene solución para cualquier $t > 0$. Además, tras normalizar para que el volumen de la variedad se mantenga constante con el tiempo, se consigue ver que la curvatura se uniformiza con el paso del tiempo, en el sentido de que existe una métrica límite de curvatura constante.

Requisits: Geometría Diferencial Clásica

Àrea de Matemàtica Aplicada

1) **Tutor:** Sergio López Ureña

Títol: Métodos matemáticos en finanzas cuantitativas

Estudiant: Jesús Calbo Berenguer

Resum: (Castellà) En el mundo de las finanzas cuantitativas, las matemáticas son el lenguaje que permite desentrañar la complejidad de los mercados financieros. Desde la modelización de precios de activos hasta la gestión de riesgos, las matemáticas son la columna vertebral sobre la cual se construyen las estrategias y decisiones financieras.

Las ecuaciones diferenciales, la teoría de probabilidad y el cálculo estocástico son solo algunas de las herramientas matemáticas clave utilizadas en este campo. Estas herramientas permiten a los profesionales cuantitativos desarrollar modelos que capturan la dinámica de los precios de los activos, evaluar la exposición al riesgo y optimizar carteras de inversión.

Se propone explorar métodos aplicables a las finanzas cuantitativas, por ejemplo, para modelar y analizar la dinámica y la incertidumbre de los mercados financieros o de diversas clases de activos financieros, o para desarrollar estrategias efectivas para la gestión de riesgos y la optimización de carteras. Esto puede hacerse, por ejemplo, con métodos estocásticos, técnicas de optimización y el modelo de Black-Scholes (y sus extensiones).

(Valencià) En el món de les finances quantitatives, les matemàtiques són el llenguatge que permet desentranyar la complexitat dels mercats financers. Des de la modelització de preus d'actius fins a la gestió de riscos, les matemàtiques són la columna vertebral sobre la qual es construeixen les estratègies i les decisions financeres.

Les equacions diferencials, la teoria de probabilitat i el càlcul estocàstic són només algunes de les eines matemàtiques clau utilitzades en aquest camp. Aquestes eines permeten als professionals quantitatius desenvolupar models que capturen la dinàmica dels preus dels actius, avaluar l'exposició al risc i optimitzar carteres d'inversió.

Es proposa explorar mètodes aplicables a les finances quantitatives, per exemple, per modelar i analitzar la dinàmica i la incertesa dels mercats financers o de diverses classes d'actius financers, o per desenvolupar estratègies efectives per a la gestió de riscos i l'optimització de carteres. Això es pot fer, per exemple, amb mètodes estocàstics, tècniques d'optimització i el model de Black Scholes (i les seves extensions).

Requisits:

2) **Tutor** Antonio Baeza Manzanares

Títol: Modelos matemáticos para la simulación de la enfermedad de Alzheimer

Estudiant: María Albarrán Sánchez

Resum: La enfermedad de Alzheimer es un trastorno neurodegenerativo progresivo que afecta la memoria, el pensamiento y el comportamiento. En este trabajo se estudiarán algunos modelos matemáticos para la simulación de la progresión de dicha enfermedad, basados en ecuaciones diferenciales

Requisits:

3) **Tutor:** Michel Gabler. Michael.gabler@uv.es (Depto. Astronomía y Astrofísica)

Tutor: Miguel Ángel Aloy. Miguel.A.Aloy@uv.es (Depto. Astronomía y Astrofísica)

Tutor: José Mulet Mestre. Jose.Mulet@uv.es (Depto. Matemáticas – Área Matemática Aplicada)

Títol: Determinación de los autovalores de las ecuaciones de la GRMHD+elasticidad

Estudiant: Vicente Puigcerver Sanz

Resum: La magnetohidrodinámica relativista en medios elásticos (GREMHD por su acrónimo en inglés) está gobernada por un conjunto de leyes de conservación (masa, momento, energía y flujo magnético) que matemáticamente se presenta como un sistema de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Se pretende que el/la estudiante determine el carácter de este sistema de ecuaciones (hiperbólico o parabólico) calculando la descomposición espectral de su jacobiano asociado. Esta descomposición espectral puede ser utilizada en el desarrollo de resolvedores del problema de Riemann para el cálculo numérico de la evolución de sistemas como el de la magnetosfera de una estrella de neutrones fuertemente magnetizada.

Tareas específicas y cronograma orientativo:

Aproximadamente 30 h: Comprender el problema y lectura de la bibliografía recomendada. Dicha bibliografía consta, en su nivel más básico en Anile AM. *Relativistic Fluids and Magneto-Fluids: With Applications in Astrophysics and Plasma Physics* (1990), y Landau, Lev D.; Lifshitz, Evgeny M. (1986). *Theory of Elasticity*. Vol.7.

El sistema GRMHD (sin elasticidad) ha sido investigado en detalle en Antón et al. "Numerical 3+1 General Relativistic Magnetohydrodynamics: A Local Characteristic Approach." *ApJ* 637 (2006). Una versión simplificada de GREMHD ha sido aplicado para el caso particular de oscilaciones torsionales de estelas de neutrones en el tesis de doctorado de M.Gabler (2011), TU München.

Aproximadamente 200 h: Como paso previo para encauzar el desarrollo, es recomendable que el/la estudiante deduzca los autovalores (y los autovectores a derechas) de la magnetohidrodinámica relativista (GRMHD), los cuales ya son conocidos. Con esta tarea previa, se acometerá la tarea de calcular los autovalores de la matriz jacobiana de la GREMHD. Deducidos estos, se procederá, si el tiempo lo permite, a obtener los autovectores a derechas asociados a los autovalores calculados. Con esta descomposición espectral del jacobiano, se pueden estudiar las condiciones para que el sistema de ecuaciones de la GREMHD sea hiperbólico y analizar posibles degeneraciones (comparándolas con las que existen en el caso de la GRMHD).

Aproximadamente 50 h: Elaborar el informe.

Aproximadamente 20 h: Preparar la presentación.

Requisits:

2) Treballs de Fi de Grau per a oferta lliure:

Departament d'Anàlisi Matemàtica

1. **Tutor:** David Beltran

Títol: Convergencia de series de Fourier en L^p

Estudiant:

Resum: En la asignatura Espacios de Hilbert y Series de Fourier habéis visto la convergencia de las series de Fourier en L^2 , así como varios resultados de convergencia puntual, uniforme, o en norma L^p para los núcleos de Fejér. El objetivo de este trabajo es profundizar más en este tema y ver que se puede conseguir convergencia en L^p para $1 < p < \infty$, y que en cambio si $p=1$ hay funciones para las cuales la serie de Fourier diverge. Se propone también estudiar la versión análoga de convergencia de integrales de Fourier (para funciones no periódicas).

Este problema servirá como oportunidad para que el estudiante aprenda teoría de interpolación de operadores, espacios de funciones, la transformada de Hilbert y/o métodos de transferencia de multiplicadores de Fourier.

Requisits: Espais de Hilbert y Series de Fourier

2. **Tutor:** Oscar Blasco

Títol: Funciones holomorfas con valores en espacios de Banach

Estudiant:

Resum: La idea del trabajo es un estudio sistemático de los resultados de variable compleja, vistos en Análisis IV, cuando las funciones toman valores en espacios de Banach. Se estudiarán desarrollos de Taylor y el Teorema de Cauchy en este contexto y se propondrán ejemplos de funciones con valores en los operadores y sus posibles aplicaciones a Algebra de Banach.

Requisits: Análisis Funcional, Espacios de Hilbert, Variable compleja

3. **Tutor:** Javier Falcó/Josep Martínez

Títol: Series de Taylor universales

Estudiant: MATE MARTIN, Arturo

Resum: Se estudian resultados relativos a las series de Taylor universales. Una serie de Taylor universal es una serie tal que sus sumas parciales son densas en el espacio de las funciones continuas en $[0,1]$ que se anulan en 0.

Requisits:

4. **Tutor:** Javier Falcó/Josep Martínez

Títol: Formas modulares y aplicaciones

Estudiant: PEREZ GARCIA, Alvaro

Resum: Las formas modulares son funciones holomorfas que presentan simetrías respecto algunas aplicaciones en el plano. Se estudia la teoría general y alguna de sus aplicaciones (teoría de números, curvas elípticas, empaquetamientos,..)

Requisits:

5. **Tutor:** Sergio Segura de León

Títol: El teorema de Cauchy-Kovalevskaya

Estudiant:

Resum: El trabajo consiste en enunciar y probar el teorema de Cauchy-Kovalevskaya. Éste trata sobre la existencia de soluciones en un problema de Cauchy para una ecuación en derivadas parciales de primer orden cuando los coeficientes son funciones analíticas. El resultado establece que existe una única solución analítica del problema.

Requisits: Ecuaciones en derivadas parciales, Variable compleja.

Departament de Matemàtiques

Àrea d'Àlgebra

1) **Tutor:** Ramon Esteban Romero

Títol: Geometria projectiva

Estudiant: ROCA BASET, Gabriel

Resum: S'estudiarà l'espai projectiu com a extensió de l'espai afí, s'analitzaran sistemes coordenats per a aquest espai, les aplicacions que respecten la seua estructura i alguns resultats clàssics de geometria projectiva.

Requisits:
