

LLISTAT DE TREBALLS DE FI DE GRAU DE MATEMÀTIQUES (35008)

OFERTA LLIURE

CURS 2026/27

Dpt. Anàlisi Matemàtica	5
Dpt. Astronomia i Astrofísica	1
Dpt. Estadística i Operativa	3
Dpt. Matemàtiques	
Àrea Geometria i Topologia	0
Àrea Matemàtica Aplicada	9
Dpt. Informàtica	1

Departament d'Anàlisi Matemàtica

1. **Tutor:** Oscar Blasco de la Cruz

Títol: Transformaciones conformes y teorema de la aplicación de Riemann.

Estudiant:

Resum: El objetivo del trabajo es presentar una introducción a las transformaciones conformes entre dominios del plano complejo, dando caracterizaciones de las mismas en casos concretos. Presentar una demostración completa de la existencia de una aplicación conforme entre todo dominio simplemente conexo y el disco unidad así como presentar ejemplos concretos de dicha aplicación para casos particulares como sectores, bandas, cuadrantes, etc.

Requisits: Variable compleja.

2. **Tutor:** Oscar Blasco de la Cruz

Títol: Espacios de funciones analíticas y acotadas en el disco unidad

Estudiant:

Resum: La idea del trabajo es un estudio de varias de las propiedades de las funciones analíticas en el disco unidad, tanto como espacio funcional, como problemas concretos sobre el mismo. En particular se analizará el teorema de sucesiones interpolantes y los productos de Blaschke.

Requisits: Análisis IV.

3. **Tutor:** José M. Mazón

Títol: El teorema de Radon-Nikodym. Aplicaciones y diferenciación de medidas

Estudiant:

Resum: El objetivo de este trabajo es establecer el Teorema de Radon-Nikodym, que es uno de los resultados fundamentales de Análisis Real y como consecuencia del mismo estudiar el problema de diferenciación de medidas en el espacio Euclídeo N-dimensional

Requisits: Análisis Matemático II. Sería recomendable también haber cursado Teoría de la Medida.

4. **Tutor:** Sergio Segura de León

Títol: Teoremes de convergència d'integrals

Estudiant:

Resum: Quan s'estudia la integració de Lebesgue, es veuen els resultats clàssics per obtenir convergència

d'integrals si es té una successió de funcions que convergeix puntualment: convergència monòtona, convergència dominada, lema de Fatou. En el treball vorem altres teoremes de convergència, tan generals com el de Vitali o la versió de Lieb del lema de Fatou, i altres convergències de funcions, com ara la convergència en mesura o la convergència dèbil.

Requisits: Anàlisi Matemàtica II.

5. **Tutor:** Sergio Segura de León

Títol: Identitats i funcions de Green

Estudiant:

Resum: El propòsit del treball és definir i estudiar la funció de Green d'un acotat obert amb frontera suau. Aquesta funció s'aplica per trobar una fórmula de representació de solucions del problema de Dirichlet per a l'equació de Poisson.

Requisits: Equacions en derivades parcials, Anàlisi Matemàtica III.

Departament d'Astronomia i Astrofísica

1. **Título:** ¿Puede oírse la forma de un objeto? Una introducción a los problemas de autovalores

Tutor: Pablo Cerdá Durán

Resumen: La cuerda de una guitarra, la membrana de un tambor, una gota de agua. ¿Como vibran si son perturbados? La geometría de un objeto físico determina sus posibles modos normales de oscilación, resultado de un problema de autovalores. En este trabajo se plantea estudiar varios sistemas sencillos desde múltiples perspectivas: por un lado se tratará de encontrar soluciones analíticas a dichos problemas y por otro resolverlos de manera numérica, utilizando los métodos más habituales en este tipo de casos. El trabajo del estudiante consistirá en:

- 1) Lectura de la bibliografía básica tanto de problemas de autovalores y tipo Sturm-Liouville, como de los métodos numéricos necesarios para resolverlos.
- 2) Obtener la solución analítica de tres casos sencillos (cuerda, membrana circular y esfera sólida incompresible) con el método de separación de variables y estudiar sus propiedades como solución de un problema tipo Sturm-Liouville.
- 3) Plantear en sistema de modo numérico. Discretizar en diferencias finitas los operadores diferenciales del problema de autovalores. Solucionar el sistema con dos tipos de métodos numéricos distintos (métodos tipo “shooting” y métodos algebraicos para la obtención de autovalores de matrices).
- 4) Comparar los resultados numéricos con las soluciones analíticas y estudiar las ventajas e inconvenientes de los distintos métodos numéricos.
- 5) Elaboración de la memoria del TFG con los resultados.

Requisitos: Ninguno.

Departament de Matemàtiques

1. **Tutor:** Rafael Martí Cunqueiro.

Título: La optimización de rutas de vehículos: Modelos matemáticos y algoritmos heurísticos.

2. **TUTORA:** Maria Grau Pérez

Título: Análisis de datos composicionales aplicado al estudio sobre la relación entre el metabolismo del selenio y la diabetes.

Resumen: El análisis de datos composicionales evalúa variables que representan partes de un todo, como las proporciones, que juntas deben sumar el total. El problema principal de los datos composicionales es que las variables no son independientes, ya que el aumento de un componente obliga a que los demás disminuyan para mantener el total fijo.

El selenio es un oligoelemento esencial que el cuerpo humano utiliza para producir diferentes selenoproteínas. Dado que la suma de todas las selenoproteínas, medidas en sangre, suman el selenio total sanguíneo, las proporciones de éstas pueden entenderse como si fuesen datos composicionales. En este trabajo utilizaremos técnicas estadísticas propias del análisis de datos composicionales para evaluar la asociación entre la proporción de selenoproteínas y la diabetes utilizando datos reales.

3. **TUTOR:** Gabriel Calvo Bayarri

Título: Análisis estadístico mediante modelos lineales generalizados bayesianos.

Resumen: El objetivo de este TFG es aplicar un modelo lineal generalizado, utilizando técnicas de inferencia bayesiana al análisis de un conjunto de datos concreto, con el objetivo de estudiar el problema, ajustar modelos adecuados e interpretar los resultados obtenidos.

Departament de Matemàtiques

Àrea Matemàtica Aplicada

1. Tutor: José Enrique Adsuara Fuster

Títol: Soluciones exactas y leyes de conservación de ecuaciones relativistas mediante simetrías de Lie y Noether.

Estudiant:

Resum: Se estudiará el papel de las simetrías en modelos relativistas sencillos. Se introducirá el método de simetrías de Lie para obtener reducciones y soluciones exactas, así como el teorema de Noether para deducir leyes de conservación asociadas a simetrías variacionales. El objetivo será ver cómo las simetrías permiten tanto simplificar ecuaciones diferenciales de la física como obtener propiedades conservadas relevantes.

Requisits: EDPs e interés por la física matemática.

2. Tutor: José Enrique Adsuara Fuster

Títol: Métodos numéricos diferenciables con Python y JAX.

Estudiant:

Resum: Utilizaremos herramientas modernas de computación científica, como Python y JAX, para implementar métodos numéricos diferenciables aplicados a ecuaciones en derivadas parciales. Se trabajarán con problemas prototipo sencillos y se estudiará si ciertos parámetros del método numérico pueden ajustarse mediante diferenciación automática y optimización. Como extensiones, se estudiará el tratamiento de coordenadas generales en casos sencillos, y se comparará el rendimiento computacional de las implementaciones en CPU y GPU.

Requisits: Métodos numéricos y ganas de aprender y programar en Python.

3. Tutor: José Enrique Adsuara Fuster

Títol: Métodos clásicos y machine learning para series temporales de alta energía en misiones de la ESA: ASIM y THESEUS.

Estudiant:

Resum: Investigaremos técnicas matemáticas y computacionales para analizar series temporales de alta energía procedentes de misiones espaciales de la ESA, especialmente ASIM y la futura misión THESEUS. Se trabajará con curvas de luz, eventos de llegada de fotones y observables asociados a GRBs y otros transitorios de radiación X y gamma. Se combinarán métodos clásicos de tratamiento de señales con técnicas de machine learning. Trataremos de construir y comparar herramientas sencillas de clasificación, regresión, denoising, extracción de observables físicos y, como extensión, comparación de instrumentos.

Requisits: Interés en análisis de datos, las series temporales y el aprendizaje automático.

4. **Tutor:** José Enrique Adsuara Fuster

Títol: Turbulencia, escalas y simulación numérica.

Estudiant:

Resum: Estudiaremos modelos sencillos para introducir algunas ideas fundamentales de la turbulencia, como no linealidad, cascada de energía, vorticidad, espectros, funciones de estructura y leyes de escala. Se trabajará con ecuaciones prototipo, como Burgers o Euler, y se implementarán herramientas básicas para analizar la transferencia de energía entre escalas y la aparición de estructuras coherentes en el flujo.

Requisits: EDPs, métodos numéricos e interés en la turbulencia.

5. **Tutor:** José Enrique Adsuara Fuster

Títol: Foliaciones del espacio-tiempo y métodos numéricos para modelos relativistas sencillos.

Estudiant:

Resum: Se estudiará cómo la elección de una foliación del espacio-tiempo permite formular problemas relativistas como problemas de evolución sobre hipersuperficies espaciales. Se introducirán las ideas básicas de las descomposiciones 1+1 y 3+1 y se analizará cómo diferentes elecciones de coordenadas temporales y espaciales modifican la forma de algunas ecuaciones relativistas sencillas. Se implementarán discretizaciones numéricas básicas para comparar el comportamiento de las soluciones bajo distintas foliaciones.

Requisits: EDPs, métodos numéricos e interés por la teoría de la relatividad.

6. **Tutor:** Antonio Baeza Manzanares

Títol: Models Matemàtics de Ritmes Circadians Basats en Equacions Diferencials Ordinàries.

Estudiant:

Resum: Els ritmes circadians són oscil·lacions biològiques amb un període d'aproximadament 24 hores, regulades per rellotges interns. Aquests ritmes es modelen matemàticament utilitzant equacions diferencials ordinàries per descriure les interaccions entre gens, proteïnes i altres components cel·lulars. En aquest treball s'estudiaran i es compararan alguns d'aquests models.

Requisits: Coneixements bàsics d'equacions diferencials, anàlisi matemàtica i àlgebra lineal. Interès per la biologia matemàtica.

7. **Tutor:** Gladston Duarte Ferreira

Títol: Bifurcaciones, caos, simulación y sensibilidad en el sistema de Lorenz.

Estudiant:

Resum: El sistema de Lorenz es un ejemplo clásico en el estudio de sistemas dinámicos no lineales, originalmente propuesto como un modelo simplificado de convección atmosférica. A pesar de su formulación sencilla en forma de tres ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales, el sistema exhibe un comportamiento extremadamente complejo, incluyendo sensibilidad a las condiciones iniciales y la aparición de estructuras caóticas en el espacio de fases. Este Trabajo Fin de Grado introduce el análisis del sistema, estudiando la evolución de sus soluciones y la estructura geométrica del espacio de fases, junto con una introducción intuitiva a la dependencia del comportamiento dinámico respecto a los parámetros del sistema. Se explorará también cómo la variación de dichos parámetros puede producir cambios cualitativos en la dinámica, incluyendo transiciones entre regímenes caóticos y no caóticos, así como la aparición o desaparición de estructuras atractoras asociadas a bifurcaciones como, por ejemplo, el denominado atractor de Lorenz.

Requisits: Equacions Diferencials Ordinàries, Anàlisi Matemàtica II.

8. Tutor: Gladston Duarte Ferreira

Títol: Exploración computacional de la dinámica en sistemas no lineales.

Estudiant:

Resum: El estudio de sistemas dinámicos no lineales requiere una combinación de técnicas analíticas y herramientas computacionales que permitan caracterizar su comportamiento cualitativo y cuantitativo. Este Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo la construcción y aplicación de un conjunto de métodos numéricos fundamentales para el análisis de sistemas dinámicos continuos y discretos, con especial énfasis en sistemas definidos por ecuaciones diferenciales ordinarias. Se desarrollarán e implementarán algoritmos para la localización de diversos objetos dinámicos, como órbitas periódicas, variedades invariantes y cuencas de atracción. Entre las herramientas principales se encuentran la construcción de secciones de Poincaré y el cálculo de exponentes de Lyapunov. Se considerarán diversos ejemplos con el fin de ilustrar su uso en distintos contextos y sistemas representativos. El trabajo se plantea como una introducción estructurada al análisis numérico de sistemas dinámicos, integrando teoría básica, implementación algorítmica y visualización de resultados. El objetivo es proporcionar un marco general que permita al estudiante comprender y aplicar de forma autónoma herramientas estándar en el estudio moderno de la dinámica no lineal.

Requisits: Equacions Diferencials Ordinàries, Mètodes Numèrics per a l'Àlgebra Lineal, Anàlisi Matemàtica II.

9. Tutor: Gladston Duarte Ferreira

Títol: Dinámica de colisiones en mecánica celeste y métodos de regularización.

Estudiant:

Resum: Las colisiones en mecánica celeste constituyen una de las principales fuentes de singularidades en sistemas dinámicos gobernados por la gravitación newtoniana, donde la evolución de las trayectorias puede perder regularidad en tiempo finito. Este Trabajo Fin de Grado aborda el estudio de estos fenómenos desde la perspectiva de la regularización, entendida como el conjunto de técnicas que permiten desingularizar la dinámica mediante cambios de coordenadas y reparametrizaciones del tiempo. Se estudiarán distintos

contextos clásicos donde aparecen colisiones o aproximaciones cercanas a ellas, como el problema de los dos cuerpos y el problema restringido de los tres cuerpos. A partir de estos ejemplos, se introducirán y analizarán métodos de regularización, con especial énfasis en su interpretación geométrica y dinámica. Ejemplos de dichas técnicas son la regularización de Levi-Civita y la de McGehee. El enfoque combinará intuición física, formulación matemática y simulación numérica, permitiendo comparar la dinámica original con la dinámica regularizada. De este modo, se ilustrará cómo un mismo problema puede adquirir una estructura más rica y regular al ser observado desde un espacio de fases transformado.

Requisits: Equacions Diferencials Ordinàries; Física.

Departament d'Informàtica

1. Tutor: Enrique Navarro Camba

Títol: Diferencias finitas en el dominio del tiempo para el modelado de propagación en medios anisótropos.

Estudiant:

Resum: Aplicación de diferencias finitas en el dominio del tiempo a la simulación de la propagación de ondas electromagnéticas en un plasma frío con anisotropía inducida por campo magnético.

Requisits: Cálculo numérico, Matlab, Python, Ecuaciones de Maxwell.