



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas (curso 2021-2022)

Responsable de tutorización: Lorenzo Luis Salcedo Moreno

Correo electrónico: [salcedo@ugr.es](mailto:salcedo@ugr.es)

Departamento: Física atómica molecular y nuclear

Área de conocimiento: Física atómica molecular y nuclear

Responsable de cotutorización:

Correo electrónico:

Departamento:

Área de conocimiento:

(Rellenar sólo en caso de que la propuesta esté realizada a través de un estudiante)

Estudiante que propone el trabajo:

Título: Álgebras de Hopf y renormalización perturbativa en teoría cuántica de campos

Número de créditos:  6 ECTS  12 ECTS

Tipología del trabajo (marcar una o varias de las siguientes casillas):

1. Revisiones y/o trabajos bibliográficos sobre el estado actual de aspectos específicos relacionados con la titulación
2. Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática de la titulación, a partir del material disponible en los centros
3. Trabajos experimentales, de toma de datos de campo, de laboratorio, etc.
4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
5. Elaboración de un informe o un proyecto en el ámbito del grado de naturaleza profesional
6. Trabajos relacionados con las prácticas externas

Descripción y resumen de contenidos:

Como es sabido, teorías de campos cuánticos que involucren campos de espín 0 y/o 1/2, o incluso 1 si se acoplan a corrientes conservadas, son renormalizables a nivel perturbativo si las constantes de acoplamiento tienen dimensiones de masa positivas o nulas. El proceso de renormalización se puede llevar a cabo en varios esquemas (dimensional, momento cero, etc) mediante la adición de contratérminos en el lagrangiano recursivamente en la serie perturbativa. El método BPHZ permite renormalizar cada diagrama de Feynman de manera independiente, bien mediante recurrencias o directamente usando la fórmula de bosques de Zimmermann. Este método, aunque bien definido, es intrincado y en un trabajo pionero, D. Kreimer observó que admite una reformulación extraordinariamente eficiente en términos de una estructura de álgebra de Hopf subyacente en el sistema de diagramas de Feynman, hasta entonces no identificada. Esta idea ha permitido por ejemplo calcular la función beta de la teoría  $\phi^4$  hasta 6 loops.

Actividades a desarrollar:

Estudio y revisión de la bibliografía relevante.



### Objetivos planteados

Exponer las ideas relativas a diagramas de Feynman y su renormalización sistemática mediante el método BPHZ

Exponer los aspectos básicos de álgebras de Hopf que se requieran posteriormente

Discutir la reformulación algebraica de Kreimer

Hacer una revisión de la bibliografía más directamente relacionada para ver el estado actual del tema

### Bibliografía

J. Collins, *Renormalization*, Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

D. Kreimer, *On the Hopf algebra structure of perturbative quantum field theories*, Advances in Theoretical and Mathematical Physics 2 (1998) 303

D. Kreimer, *Combinatorics of (perturbative) quantum field theory*, Physics Reports 363 (2002) 387

A. Connes, D. Kreimer, *Renormalization in quantum field theory and the Riemann–Hilbert problem. I: The Hopf algebra structure of graphs and the main theorem*, Communications in Mathematical Physics 210 (2000) 249

D. Manchon, *Hopf algebras, from basics to applications to renormalization*, Comptes Rendus des Rencontres Mathématiques de Glanon 2001  
5th Mathematical Meeting of Glanon: Algebra, Geometry and Applications to Physics  
<https://arxiv.org/abs/math/0408405>

M. Borinsky, *Feynman graph generation and calculations in the Hopf algebra of Feynman graphs*, Computer Physics Communications 185 (2014) 3317–3330

M. V. Kompaniets, E. Panzer, *Minimally subtracted six-loop renormalization of  $O(n)$ -symmetric  $\varphi^4$  theory and critical exponents*, Physical Review D 96 (2017) 036016

Firma del responsable de tutorización

En Granada, a 18 de mayo de 2021

