Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Doble Grado en Física y Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 295-016-2024/2025

UNIVERSIDAD DE GRANADA — FACULTAD DE CIENCIAS

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Fundamentación matemática de la mecánica cuántica

Descripción general (resumen y metodología):

Los operadores autoadjuntos en un espacio de Hilbert y particularmente su resolución espectral tienen un papel fundamental en la mecánica cuántica. En este trabajo se pretende desarrollar la teoría espectral de operadores autoadjuntos hasta la consecución del célebre teorema de representación espectral. Se ilustrará la teoría desarrollada con una selección de operadores significativos del ámbito de la mecánica cuántica. Particularmente, el teorema de representación espectral se usará para justificar adecuadamente la clásica interpretación probabilística de la mecánica cuántica. También se usará para introducir el llamado cálculo funcional, el cual define el operador f(A) para cada operador autoadjunto A y cada función Borel medible f definida en el espectro de A. Además, examinaremos la posibilidad de definir un cálculo funcional multivariante f(A,B). Esta tarea se puede formalizar mediante el teorema de representación espectral cuando A y B conmutan. Sin embargo, en el caso de que A y B sean los observables posición y momento entonces la formalización se puede efectuar mediante el llamado cálculo de Weyl.
Metodología.

1. Actualizar los conocimientos adquiridos en las materias del grado relacionadas con el trabajo. Subsanar las eventuales deficiencias.
2. Examinar los textos citados en la bibliografía. Profundizar en aquellos aspectos que sean relevantes para el trabajo. Buscar otras fuentes bibliográficas significativas, si fuere pertinente.
3. Seleccionar los temas específicos que se tratarán de manera exhaustiva en el trabajo. Seleccionar los temas que se presentarán de manera meramente divulgativa, si los hubiere.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

1. Presentar la teoría espectral de operadores autoadjuntos. Aplicar la teoría espectral a una selección de operadores significativos de la mecánica cuántica.
2. Justificar mediante la teoría espectral la interpretación probabilística de la mecánica cuántica. Revisar el principio de incertidumbre de Heisenberg.
3. Presentar el cálculo funcional para operadores autoadjuntos. Examinar el cálculo funcional multivariante para observables compatibles y el cálculo de Weyl.

Bibliografía básica:

1. J. Blank, P. Exner, M. Havlicek, Hilbert space operators in quantum physics. Theoretical and Mathematical Physics. Springer, New York; AIP Press, New York, 2008.
2. B. C. Hall, Quantum theory for mathematicians. Graduate Texts in Mathematics, 267. Springer, New York, 2013.
3. V. Moretti, Spectral theory and quantum mechanics. Mathematical foundations of quantum theories, symmetries and introduction to the algebraic formulation. Unitext, 110. La

Matematica per il 3+2. Springer, Cham, 2017.
4. J. von Neumann, Mathematical foundations of quantum mechanics. Princeton University Press, Princeton, NJ, 2018.
5. M. Reed, B. Simon, Methods of modern mathematical physics. I. Functional analysis. Academic Press, Inc., New York, 1980.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: ARMANDO REYES VILLENA MUÑOZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: ANÁLISIS MATEMÁTICO

Correo electrónico: avillena@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: Tomás Romero Gala

Correo electrónico: tomastobarra02@correo.ugr.es