



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	Mikael Chala
Departamento y Área de Conocimiento:	Física Teórica y del Cosmos
Correo electrónico:	
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	
Correo electrónico:	

Título del Trabajo:	Mecánica cuántica: Historias consistentes
----------------------------	---

Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)	1. Revisión bibliográfica	X	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
		2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
		3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

La formulación de historias consistentes (o historias decoherentes) de la mecánica cuántica fue desarrollada hacia finales de los años 80 por Robert Griffiths [1], Roland Omnès [2,3] y por Murray Gell-Mann y James Hartle [4,5,6]. A día de hoy, constituye probablemente la única formulación consistente (internamente y con los experimentos) de la mecánica cuántica en la que el proceso de medida se trata como cualquier otro proceso físico (en particular, las probabilidades se introducen sin referencia a ningún observador), y que es aplicable al universo como un todo (cosmología cuántica). En palabras de Griffiths: “Copenhagen done right”. Hasta la fecha, todas las paradojas usuales en mecánica cuántica (el gato de Schrödinger, aparente retrocausalidad, medidas sin interacción, etc.) han sido satisfactoriamente resueltas en este marco.

A pesar de su éxito, y del impacto que ha tenido en la comunidad (los trabajos anteriormente mencionados han recibido más de 2000 citas en conjunto), esencialmente todos los libros de texto empleados en la docencia universitaria se basan exclusivamente en la formulación estándar de Copenhague (correcta en su ámbito de aplicación, pero conceptualmente poco clara). El objetivo de este proyecto es que el/la estudiante se familiarice con la formulación de historias consistentes, que aprenda cómo abordar problemas del mundo microscópico que, de otro modo, parecerían paradójicos y que comprenda algunas de las implicaciones físicas y filosóficas.

Objetivos planteados:

1. Conocer conceptos elementales tales como: propiedad cuántica, lógica cuántica, descomposición espectral de la identidad, espacio muestral, historias cuánticas, evolución estocástica, etc.
2. Trabajar el concepto de “familia consistente de historias”, y aprender a determinar si una determinada familia de historias cuánticas es o no consistente. Comprender la importancia de la “single framework rule”, por la que se postula que conclusiones obtenidas en conjuntos incompatibles de familias consistentes no pueden ser combinadas. Principio de unicidad.
3. Saber analizar los procesos cuánticos desde el formalismo de historias consistentes, y en particular los procesos de medida. Comprender que los experimentos miden propiedades cuánticas que están presentes en el sistema *antes* de ser medidas. Comprender que el denominado “colapso de la función de onda” ocurre solo en el cuaderno del/de la investigador/a.
4. Analizar distintas aparentes paradojas en sistemas cuánticos y resolverlas usando el formalismo de historias consistentes.
5. Opcional (supeditado al tiempo): entender, *grosso modo*, cómo el mundo clásico emerge del cuántico a través de procesos de decoherencia, y cómo esta se entiende de la forma más natural en el marco de la formulación aquí propuesta.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de
Ciencias
Sección de
Físicas

Metodología:

El/la estudiante estudiará detenidamente los capítulos 1-12,17,18 del libro “Consistent quantum theory, Cambridge, U.K.: Cambridge University Press”, de Robert Griffiths. Alcanzada cierta familiaridad con el formalismo, el/la estudiante abordará sistemas cuánticos concretos (y en particular situaciones aparentemente paradójicas) discutidos en los artículos [7,8,9,10] citados abajo en la bibliografía.

Bibliografía:

- [1] Griffiths, R. B., 1984, “Consistent histories and the interpretation of quantum mechanics”, Journal of Statistical Physics, 36: 219–272
- [2] Omnès, R., 1988, “Logical reformulation of quantum mechanics I. Foundations”, Journal of Statistical Physics, 53: 893–932.
- [3] Omnès, R., 1999, “Understanding quantum mechanics, Princeton”: Princeton University Press.
- [4] Gell-Mann, M. & J.B. Hartle, 1990, “Quantum mechanics in the light of quantum cosmology”, in W. H. Zurek (ed.), Complexity, entropy and the physics of information. Redwood City, Calif.: Addison-Wesley, pp. 425–458.
- [5] Gell-Mann, M. & J.B. Hartle, 1993, “Classical equations for quantum systems”, Physical Review D, 47: 3345–3382.
- [6] Gell-Mann, M. & J.B. Hartle, 2007, “Quasiclassical coarse graining and thermodynamic entropy”, Physical Review A, 76: 022104.
- [7] Griffiths, R. B., “Quantum Counterfactuals and Locality”, arXiv:1201.0255.
- [8] Griffiths, R. B., “Nonexistence of Quantum Nonlocality”, arXiv:1304.4425.
- [9] Griffiths, R. B., “Particle Path Through a Nested Mach-Zehnder Interferometer”, arXiv:1604.04596.
- [10] Griffiths, R. B., “Quantum Measurements and Contextuality”, arXiv:1902.05633.

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a:

Granada, 26 de abril de 2022

Sello del Departamento

Campus
Fuentenueva
Avda. Fuentenueva
s/n
18071 Granada
Tfno. +34-958242736
almartin@ugr.es

Comisión Docente de Físicas
Facultad de Ciencias