



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

<b>Tutor/a:</b>	Carmen García Recio
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Física Atómica Molecular y Nuclear
<b>Cotutor/a:</b>	Lorenzo Luis Salcedo Moreno
<b>Departamento y Área de Conocimiento:</b>	Física Atómica Molecular y Nuclear

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

El problema de una partícula cuántica moviéndose sobre una recta (con o sin potencial) se puede generalizar al de una partícula moviéndose sobre un grafo conexo, esto es, un conjunto de aristas o arcos conectados por vértices.

Problemas estándar como el de una partícula sobre una recta con un potencial tipo delta de Dirac, o una barrera, o un pozo, etc., se pueden ver como grafos cuánticos con vértices de grado 2 (sólo dos aristas convergen en cada vértice). En el caso más general de vértices de grado tres o más aparecen una serie de problemas interesantes, tales como la forma correcta de definir el hamiltoniano sobre el grafo para que sea hermitico, el espectro de energías y autofunciones, el estudio de la matriz  $S$  (para grafos con aristas semi infinitas), extensión a partículas de Dirac o Weyl, etc.

Modificando detalles tales como topologías, potenciales en aristas o vértices, estados internos de la partícula (espín) etc., se obtiene una enorme variedad de problemas interesantes que encuentran aplicación en el modelado de sistemas físicos. Desde el punto de vista docente los grafos cuánticos ofrecen la posibilidad de proponer problemas cuánticos siempre nuevos sin necesidad de aumentar su dificultad de modo prohibitivo.

### Objetivos planteados:

Analizar el formalismo general de grafos cuánticos, en particular su formulación variacional, y estudiar diversos sistemas de entre los mencionados más arriba.

### Metodología:

Se harán cálculos analíticos cuando sea posible aunque algunos problemas requerirán quizá el uso de ordenador, bien con lenguajes no compilados como Mathematica o compilados como Fortran.

### Bibliografía:

- V. Kostykin, R. Schrader, "Kirchhoff's rule for quantum wires", J. Phys. A: Math. Gen. 32 (1999) 595–630.  
 P. Exner, "Lectures on quantum graphs, ideal, leaky, and generalized",  
<http://sophia.dtp.fmph.uniba.sk/~taty/texty/exner.pdf>  
 V. Kostykin, J. Potthoff, R. Schrader, "Brownian motions on metric graphs", J. Math. Phys. 53 (2012) 095206.



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

***A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG***  
Alumno/a propuesto/a: Francisco Javier Nicolás Arnaldos

Granada, de 2018

Sello del Departamento