



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado del Doble Grado en Física y Matemáticas (curso 2020-21)

*Responsable de tutorización:* Antonio M. Lallena Rojo

*Departamento:* Física Atómica, Molecular y Nuclear

*Área de conocimiento:* Física Atómica, Molecular y Nuclear

*Responsable de cotutorización:*

*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:* Problemas 1D en mecánica cuántica: resolución con paquetes de ondas

*Tipología del trabajo (marcar las casillas que correspondan):*

- 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 de 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:*

En mecánica cuántica básica es usual plantear problemas con potenciales monodimensionales para entender elementos fundamentales de la misma. Una barrera de potencial, un pozo de potencial o un potencial periódico son ejemplos típicos que pueden encontrarse en cualquier libro de texto de esta disciplina [1]-[11].

En general, para obtener las soluciones de esos problemas se resuelve la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo, considerando ondas planas y estudiando el comportamiento de las mismas en las diferentes regiones espaciales que delimitan las características de los potenciales en cuestión. Sin embargo, una onda plana no describe de manera adecuada el movimiento de una partícula real ya que al tener un momento definido se extiende a todo el espacio.

Para tener una descripción correcta de una partícula es necesario construir “paquetes de ondas” que garanticen una posición bien definida de la misma. Este requerimiento introduce complicaciones serias a la hora de resolver los problemas antes mencionados, incluso en las situaciones más sencillas.

La resolución numérica de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo es una alternativa viable que permite obtener las soluciones de los distintos problemas de manera asequible para cualquier ordenador actual.

*Actividades a desarrollar:*

En primer lugar se estudiarán y resolverán los problemas monodimensionales tradicionales de mecánica cuántica mediante ondas planas a modo de “recuerdo”. Seguidamente se procederá a formular esos problemas usando la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. A continuación se analizarán las características de las soluciones de dicha ecuación cuando se consideran paquetes de ondas. La solución numérica del problema se abordará como siguiente paso, prestando especial atención al estudio de los distintos procedimientos numéricos que puedan ser utilizados, tratando de establecer cuáles de ellos son los óptimos. Finalmente, se aplicarán los algoritmos numéricos desarrollados para la resolución de distintos problemas monodimensionales como pozos de potencial, barreras de potencial o potenciales periódicos.

*Objetivos planteados*

*Objetivo 1:*

Formulación de problemas monodimensionales de mecánica cuántica mediante paquetes de ondas.

*Objetivo 2:*

Resolución de la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo mediante algoritmos numéricos y análisis de la idoneidad de los mismos

*Objetivo 2:*

Aplicación a problemas monodimensionales básicos de mecánica cuántica.

***Bibliografía***

- [1] C. Cohen-Tannoudji, et al., “Quantum mechanics”. Wiley-VCH, 2005.
- [2] B.H. Bransden, C.J. Joachain, “Quantum mechanics”. Pearson, 2000.
- [3] A. Galindo, P. Pascual, “Mecánica cuántica”; Eudema; Madrid, 1989.
- [4] L. D. Landau, E. M. Lifshitz, “Curso de física teórica, vol. 3: Mecánica Cuántica (Teoría no-relativista)”. RevertÈ, 1978.
- [5] A. Messiah, “Mecánica cuántica”. Tecnos, 1973.
- [6] R.W. Robinett, “Quantum mechanics: classical results, modern systems, and visualized examples”. Oxford Univ. Press, 2006.
- [7] C. Sánchez del Río (coordinador), “Física cuántica”. Eudema, 1991.
- [8] A.Z. Capri, “Problems and solutions in nonrelativistic quantum mechanics”. World Scientific, 2002.
- [9] F. Constantinescu, E. Magyari, “Problems in quantum mechanics”. Pergamon Press, 1971.
- [10] A. Galindo, P. Pascual, “Problemas de mecánica cuántica”. Eudema, 1989.
- [11] Y.K. Lim, “Problems and solutions in quantum mechanics”. World Scientific, 1998.

Granada, 26 de junio de 2020.

*Firma del estudiante*  
(sólo para trabajos propuestos por estudiantes)



*Firma del responsable de tutorización*