



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** José Enrique Amaro Soriano

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Atómica, Molecular y Nuclear

**Cotutor/a:** Enrique Ruiz Arriola

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Atómica, Molecular y Nuclear

**Título del Trabajo:** Estudio de las correlaciones nucleares con la ecuación de Bethe-Goldstone

**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		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:**

Los protones y neutrones en un núcleo pueden formar parejas de nucleones fuertemente correlacionados. Dichas correlaciones se han identificado directamente en recientes experimentos de dispersión donde un protón es golpeado por un electrón ultraenergético y arrancado del núcleo con alta transferencia de momento y alto momento desaparecido [1,2]. Estos experimentos, realizado en el Hall A del JLab (Thomas Jefferson National Accelerator Facility) demostraron que en el C-12 los pares neutrón-protón son unas 20 veces más frecuentes que los pares protón-protón. Esta diferencia entre los tipos de pares es característica de la interacción fuerte, y tiene implicaciones para la comprensión de los sistemas nucleares densos, como las estrellas de neutrones. Una pequeña concentración de protones podría tener un efecto desproporcionado, que debería ser tenido en cuenta en una descripción realista de las estrellas de neutrones. Estas medidas con transferencia de alto momento en núcleos han puesto de manifiesto que los nucleones en el estado fundamental pueden formar pares con alto momento relativo y momento centro de masas pequeño, debido a las componentes de corto alcance de la interacción nucleón-nucleón. En este trabajo se estudiarán estos pares correlacionados de corto alcance en el medio nuclear mediante la ecuación de Bethe-Goldstone [3]. Esta ecuación no es más que la ecuación de Schrödinger de una pareja de partículas en el medio nuclear, que actúa mediante el bloqueo de Pauli. La interacción de dos partículas en el vacío se produce de forma distinta en el medio. En el vacío los choques elásticos producen dispersión de las partículas a distintos ángulos. En el medio nuclear las partículas no pueden dispersarse debido al bloqueo de Pauli. Cuando chocan, su función de onda relativa se distorsiona a cortas distancias. Las partículas sufren alternativamente una serie compresiones y descompresiones debido a su interacción mutua, quedando inalteradas a mayores distancias. El tremor resultante a cortas distancias se traduce en la aparición de componentes de alto momento en un análisis de Fourier. La existencia de estas componentes de alto momento es una indicación directa de las correlaciones de corto alcance.

**Objetivos planteados:**

Estudio de las correlaciones de corto alcance mediante la ecuación de Bethe Goldstone. Se utilizarán varias interacciones nucleares de tipo granulado en onda S, donde la ecuación se puede resolver de forma iterativa. Se resolverá la ecuación para la función de onda relativa de dos nucleones con momento centro de masas nulo y se estudiará la función de onda en espacios de posiciones y de momentos, calculándose las componentes de alto momento.



- 1- Estudiar la ecuación general de Bethe-Goldstone en materia nuclear.
- 2- Obtener la ecuación integro-diferencial en espacio de coordenadas para la onda S de un par con momento centro de masas nulo.
- 3- Resolver la ecuación para un potencial granulado en forma iterativa.
- 4- Estudio de las soluciones para distintos valores del momento relativo.
- 5- Estudio de las componentes de alto momento para distintas interacciones realistas que ajustan los desfases nucleón-nucleón en el vacío.
- 6- Obtener la función de correlación en el origen para los distintos potenciales.

#### **Metodología:**

Se comenzará con un estudio de la ecuación de BG para un potencial con un core repulsivo en onda S, mediante métodos conocidos que se encuentran en los libros de texto [4]. La clave para resolver la ecuación se centra en encontrar y aplicar las condiciones de contorno adecuadas. Seguidamente se aplicará el método desarrollado en [5] para el caso de potenciales granulados consistentes en sumas de deltas de Dirac. Estos potenciales permiten resolver la ecuación de forma iterativa evitando la complejidad inherente a un hard-core. Se aplicará este método a potenciales más generales como el AV18, representándolos con un granulado fino. Se estudiará la convergencia del método iterativo. Se estudiará el efecto de distintos potenciales realistas sobre las componentes de alto momento. Se analizará la posibilidad de combinar el primer orden de teoría de perturbaciones con una constante de renormalización relacionada con la función de correlación en el origen.

#### **Bibliografía:**

- [1] R. Subedi, et al., Probing cold dense nuclear matter, SCIENCE 320 (2008) 1476,
- [2] O. Hen, et al., Momentum Sharing in imbalanced Fermi systems.
- [3] Bethe, H. A., & Goldstone, J. (1957, January). Effect of a repulsive core in the theory of complex nuclei. In Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences (Vol. 238, No. 1215, pp. 551-567). The Royal Society.
- [4] John Dirk Walecka, Theoretical Nuclear and Subnuclear Physics, Oxford University press, 1995.
- [5] I. Ruiz Simo, R. Navarro Perez, J.E. Amaro, E. Ruiz Arriola. Coarse grained short-range correlations, Physical review C (in press), e-Print: arXiv:1612.06228 [nucl-th].



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:*

Granada, de 2019

Sello del Departamento