



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

|   |   |
|---|---|
| <b>Tutor/a:</b>                             | Mar Bastero Gil                             |
| <b>Departamento y Área de Conocimiento:</b> | Física Teórica y del Cosmos, Física Teórica |
| <b>Correo electrónico:</b>                  | <a href="mailto:mbg@ugr.es">mbg@ugr.es</a>  |
| <b>Cotutor/a:</b>                           |   |
| <b>Departamento y Área de Conocimiento:</b> |   |
| <b>Correo electrónico:</b>                  |   |

|  |   |  |                           |  |   |  |                                       |   |                               |  |                            |  |   |  |
|--|---|--|---------------------------|--|---|--|---------------------------------------|---|-------------------------------|--|----------------------------|--|---|--|
| <b>Título del Trabajo:</b>   | Captura de materia oscura en estrellas de neutrones |  |                           |  |   |  |                                       |   |                               |  |                            |  |   |  |
| <b>Tipología del Trabajo:</b><br>(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:

De las observaciones cosmológicas sabemos que el universo está formado aproximadamente por un 30% de materia oscura, cuya naturaleza todavía desconocemos. Desde el punto de vista teórico, las propuestas abarcan desde partículas en distintas extensiones del Modelo Estándar, a agujeros negros primordiales, o directamente modificaciones de la Teoría de la Relatividad General. De hecho, debido a la falta (todavía) de resultados positivos de los experimentos de detección de materia oscura tanto directa como indirecta, todavía desconocemos su naturaleza. Los experimentos de detección indirecta buscan señales de la aniquilación de los candidatos a materia oscura en objetos estelares, como por ejemplo el sol o galaxias enanas. Dicha materia oscura ha sido "capturada" y almacenada previamente por el objeto estelar debido a su campo gravitatorio. En cualquier objeto estelar en el halo de la galaxia podría tener lugar dicho proceso de captura, y en objetos compactos como las estrellas de neutrones de hecho podría ser muy eficiente. Las estrellas de neutrones se convertirían así en detectores alternativos de materia oscura. El principio básico sería similar al de los de detección directa en la Tierra, que buscan señales de la colisión de la materia oscura con la materia nuclear. En el caso de la estrella de neutrones, dichas colisiones darían lugar a un incremento de la temperatura de la estrella de neutrones. Observaciones futuras de estrellas de neutrones y su temperatura, por ejemplo por el telescopio espacial James Webb, podrían detectar dicho incremento y poner cotas a las masas y secciones eficaces de la materia oscura.

### Objetivos planteados:

Proponemos revisar el proceso de captura de materia oscura por la estrella de neutrones, similar al de otros objetos estelares, y como depende la transferencia de energía y el efecto en la temperatura de la estrella de la masa y la sección eficaz de aniquilación. Asimismo, las propiedades de la estrella de neutrones dependen de la ecuación de estado de la materia nuclear, que la presencia de la materia oscura podría alterar, dependiendo del modelo. Estudiaremos como se relaciona dicho proceso de captura con la ecuación de estado, y las propiedades genéricas de la estrella de neutrones como su masa y radio. Las futuras observaciones de las estrellas de neutrones se espera que también pongan cotas a dichos valores.

### Metodología:

Se aplicarán y se extenderán los conocimientos de materias como Relatividad General (estudio de objetos compactos), y Teoría Cuántica de Campos (modelos de partículas y cálculos sencillos de secciones eficaces), a un problema actual de la Física.

### Bibliografía:



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

- [1] G. Bertone and T. Tait, M.P., "A new era in the search for dark matter," Nature 562 (2018) 51. [arXiv:1810.01668 [astro-ph.CO]].
- [2] M. Baryakhtar, J. Bramante, S. W. Li, T. Linden and N. Raj, "Dark Kinetic Heating of Neutron Stars and An Infrared Window On WIMPs, SIMPs, and Pure Higgsinos", Phys. Rev. Lett. 119 (2017) 131801 [arXiv:1704.01577 [hep-ph]].
- [3] N. Raj, P. Tanedo and H. B. Yu, "Neutron stars at the dark matter direct detection frontier", Phys. Rev. D 97 (2018) 043006 [arXiv:1707.09442 [hep-ph]].
- [4] N. F. Bell, G. Busoni and S. Robles, "Heating up Neutron Stars with Inelastic Dark Matter", JCAP 09 (2018) 018 [arXiv:1807.02840 [hep-ph]].
- [5] N. F. Bell, G. Busoni, S. Robles and M. Virgato, "Improved Treatment of Dark Matter Capture in Neutron Stars", JCAP 09 (2020) 028 [arXiv:2004.14888 [hep-ph]].

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

*Alumno/a propuesto/a:* Pedro García Osorio

Granada, 18 de mayo 2021

Sello del Departamento