

Título: Estrellas como laboratorios cosmológicos: iluminando la materia oscura

Autor: Jordi Casanellas

Tesis leída el 14 de diciembre de 2012 en el Instituto Superior Técnico, UTL (Portugal).

Resumen de la Tesis:

Uno de los misterios más interesantes de la ciencia moderna es la descubierta que 83% de toda la materia del Universo existe en una forma desconocida, llamada materia oscura, diferente de todos los tipos de materia hasta hoy conocidos. A pesar de los muchos esfuerzos y recursos dedicados a investigar el problema de la materia oscura, aún no fue posible identificar su naturaleza. En esta Tesis proponemos un enfoque innovador, complementario a las actuales búsquedas de materia oscura: el uso de las propiedades de las estrellas para investigar qué es la materia oscura.

El primer resultado obtenido fue descubrir que las características de las estrellas de pequeña masa pueden cambiar debido a la captura y aniquilación de partículas de materia oscura en su interior. En entornos con densidades de materia oscura muy altas, como se prevén en el centro de nuestra Galaxia, estas estrellas tendrían diferentes luminosidades, temperaturas efectivas, y tiempos de vida de las que se conocen en la teoría de evolución estelar. También demostramos que las oscilaciones estelares podrían ser usadas para identificar estas estrellas debido a la inusual presencia de un núcleo convectivo en estrellas de tipo solar. Además, estudiamos el impacto de la materia oscura en las propiedades globales de cúmulos estelares y encontramos características muy peculiares de la aniquilación de materia oscura en las estrellas.

Uno de los resultados más destacados de esta Tesis es que conseguimos, por primera vez, poner límites a las características de ciertos tipos de partículas de materia oscura usando observaciones astrosismológicas de estrellas cercanas. Este trabajo supone el principio de una nueva estrategia para investigar la naturaleza de la materia oscura, y coincide con el florecer de la astrosismología, con centenares de estrellas siendo observadas por las misiones Kepler y CoRoT. Nuevos estudios astrosismológicos de estrellas con una masa inferior a la del Sol o de gigantes rojas podrían restringir aún más las características de la materia oscura. Además, el método desarrollado en esta Tesis puede permitir, en un futuro próximo, la medición de la densidad de materia oscura en el entorno de cualquier estrella observada con la suficiente precisión.

Además de estos resultados, en esta Tesis aplicamos la misma filosofía (usar las estrellas como laboratorios cosmológicos) a la área de las teorías de la gravitación. Conseguimos poner límites a una teoría de gravedad modificada basada en las ideas de Eddington comparando nuestro modelo solar modificado con las mediciones de la heliosismología y de los flujos de los neutrinos solares.

Publicaciones derivadas de la Tesis:

- **Jordi Casanellas**, Ilídio Lopes [arXiv:1212.2985](https://arxiv.org/abs/1212.2985)
First asteroseismic limits on the nature of dark matter
The Astrophysical Journal Letters, Volume 765, L21, 2013.
- **Jordi Casanellas**, Paolo Pani, Ilídio Lopes, Vitor Cardoso [arXiv:1109.0249](https://arxiv.org/abs/1109.0249)
Testing alternative theories of gravity using the Sun
The Astrophysical Journal, Volume 745, 15, 2012.
- **Jordi Casanellas**, Ilídio Lopes [arXiv:1104.5465](https://arxiv.org/abs/1104.5465)
Signatures of dark matter burning in nuclear star clusters
The Astrophysical Journal Letters, Volume 733, L51, 2011.
- Ilídio Lopes, **Jordi Casanellas**, Daniel Eugénio [arXiv:1102.2907](https://arxiv.org/abs/1102.2907)
The capture of dark matter particles through the evolution of low-mass stars
Physical Review D, Volume 83, id. 063521, 2011.
- **Jordi Casanellas**, Ilídio Lopes [arXiv:1008.0646](https://arxiv.org/abs/1008.0646)
Towards the use of asteroseismology to investigate the nature of dark matter
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 410, 535, 2011.
- **Jordi Casanellas**, Ilídio Lopes [arXiv:0909.1971](https://arxiv.org/abs/0909.1971)
The formation and evolution of young low-mass stars within halos with high concentration of dark matter particles
The Astrophysical Journal, Volume 705, 135, 2009.