

UAM/IFT

El [grupo UAM/IFT](#) del proyecto MultiDark ofrece la realización de una Tesis Doctoral teórica sobre el problema de la materia oscura. En el contexto de la física más allá del modelo estándar, como por ejemplo en teorías supersimétricas, se llevará a cabo un análisis de la naturaleza y estructura de la materia oscura en el Universo, así como de su posible detección en satélites, telescopios y laboratorios subterráneos. El proyecto también contempla el estudio de las implicaciones de la materia oscura en aceleradores de partículas como el LHC.

UCM-Th

1. Materia y energía oscuras en cosmología

El tema de tesis se enmarca dentro de las llamadas teorías de gravitación modificada y su posible conexión con los problemas de la materia y/o energía oscuras en cosmología. En concreto, dentro de los modelos con dimensiones extra, se estudiarán las fluctuaciones de branas como candidatos a materia oscura y la posibilidad de su detección indirecta a través de la aniquilación en fotones, neutrinos, etc. También se contempla la posibilidad de estudiar modelos de energía oscura, capaces de generar la actual fase de expansión acelerada del universo, basados en teorías vector-tensor u otras modificaciones de la gravitación. Modelos de energía oscura que no se comporten como un constante cosmológica podrían tener importantes implicaciones en la determinación de los parámetros cosmológicos actuales y en particular en la abundancia de materia oscura.

2. Candidatos alternativos de materia oscura

La identidad de la materia oscura es una de las grandes cuestiones abiertas tanto en física de partículas como en astrofísica. Los candidatos tradicionales constituyen la llamada materia oscura fría y sin autointeracciones y se mostrarían a través de procesos con energía o momento perdidos en aceleradores. Sin embargo, estudios recientes han aumentado la lista de candidatos bien motivados y sus posibles signatures. En esta tesis, estudiaremos las propiedades básicas de los candidatos no estándar, su motivación, los posibles mecanismos de producción y sus implicaciones en colisionadores de partículas, detección directa, búsquedas indirectas y otras observaciones astrofísicas como las modificaciones en el fondo cósmico de microondas, o las abundancias primordiales. Este trabajo resultará esencial para descubrir o excluir estas nuevas posibilidades por medio de la relación entre muy distintos experimentos.

IAA

El grupo de Cosmología en el [IAA-CSIC](#) (Granada) ofrece la posibilidad de que un estudiante, en posesión de una licenciatura de Física, realice una tesis doctoral. El proyecto de investigación, durante su doctorado, se centrará en la comprensión de la naturaleza de las componentes oscuras del Universo y la formación de estructura. El estudiante tendrá acceso a los datos del [BOSS](#) Galaxy Redshift Survey, la muestra más grande espectroscópica existente hasta la fecha. El objetivo principal del proyecto es una comparación detallada de los datos de BOSS con simulaciones cosmológicas de alta resolución de la estructura a gran escala, a fin de estudiar el proceso de agregación de la materia oscura y la evolución de la energía oscura. La disponibilidad para asistir a las reuniones de la colaboración BOSS es estrictamente necesaria. Además, los conocimientos de computación serán valorados.

IFAE

El grupo de astronomía gamma del Instituto de Física de Altas Energías [IFAE](#), en Bellaterra (Barcelona), ofrece la posibilidad de realizar una tesis doctoral en el campo de la búsqueda indirecta de materia oscura. El grupo forma parte de la colaboración internacional

[MAGIC](#)

que opera un sistema de dos telescopios de rayos gamma situados en el Observatorio de El Roque de Los Muchachos (isla de La Palma, Canarias). El trabajo de investigación consistiría en la búsqueda de posibles evidencias de aniquilación de materia oscura a través de la detección de rayos gamma de energía superior a 50 GeV en observaciones de objetos astrofísicos con los telescopios MAGIC. El doctorando deberá contribuir al desarrollo de las herramientas necesarias para llevar a cabo el análisis de los datos. Se requiere el grado (o licenciatura) en Ciencias Físicas. No es necesario haber realizado un máster; el IFAE tiene un programa de

[máster](#)

que el doctorando podrá completar en los dos primeros años si es necesario. Se espera del doctorando disponibilidad para viajar al observatorio, así como a las reuniones de la colaboración MAGIC. El candidato elegido deberá incorporarse al grupo a finales de Octubre.

UIB

1. Testeando la gravedad y la geometría del universo mediante la observación de ondas gravitacionales provenientes de la coalescencia de agujeros negros.

Dirigido por Sascha Husa y Alicia Sintes

La coalescencia de sistemas binarios de agujeros negros estelares o supermasivos proporciona sistemas físicos extraordinariamente limpios. Su impronta en forma de ondas gravitacionales la convierte en sirenas estándar cosmológicas, que podrán ser detectadas con gran precisión mediante los detectores avanzados de ondas gravitacionales y nos aportará información sobre el régimen de campo gravitatorio fuerte en las proximidades de los agujeros negros y acerca de los efectos gravitacionales a escalas cosmológicas, al ser capaces de

observar dichas señales a través del universo.

En este proyecto estudiaremos la dinámica de la fusión de sistemas binarios de agujeros negros y los patrones de ondas gravitacionales mediante la simulación en superordenadores, comparando los resultados de la relatividad general con las predicciones de otras teorías de la gravedad (por ejemplo, las teorías $f(R)$ y otras modificaciones sugeridas por la teoría de cuerdas).

Los resultados aportarán información para la búsqueda de ondas gravitacionales, y las observaciones basadas en este trabajo constreñirán diversas teorías gravitacionales, proporcionarán una medida precisa de la masa del gravitón, y de los parámetros cosmológicos, en especial del contenido de materia oscura y energía oscura en el universo, y nos aportará información acerca de las interacciones entre estas formas de materia.

Este proyecto requerirá de algunos conocimientos en relatividad general, y un interés en métodos numéricos, así como en astrofísica y cosmología.

2. Modelado analítico y numérico de las galaxias y sus implicaciones para el contenido de materia oscura del universo

Dirigido por Sascha Husa y Jaume Carot

A escalas galáctica y cosmológica del universo parece estar dominado por la materia oscura y la energía oscura, y la interacción gravitatoria. Sin embargo, nuestra teoría de la gravedad - la relatividad general - no está muy bien probada en tales grandes escalas. En este proyecto, construiremos numéricamente diversos modelos de galaxias y compararemos los resultados obtenidos mediante la relatividad general con otras familias de teorías alternativas (por ejemplo, las teorías $f(R)$ y las modificaciones sugeridas por la teoría de cuerdas). Estos estudios proporcionarán limitaciones tanto en la cantidad de materia oscura para explicar las observaciones, como sobre los parámetros de estas teorías de gravedad modificada. Los estudios dinámicos nos aportarán información sobre el papel de la materia oscura en la formación de los agujeros negros supermasivos.

Este proyecto requerirá de algunos conocimientos en relatividad general, y un interés en métodos numéricos, así como en astrofísica y cosmología.