

RESUMEN DE LA TESIS: ESTUDIO DEL MAGNETISMO EN EL FCM.

Esta tesis está dedicada al estudio del magnetismo en varios contextos astrofísicos: la Vía Láctea y el fondo cósmico de microondas. Un conocimiento detallado del campo magnético galáctico nos permitirá restringir zonas en el fondo cósmico de microondas con el fin de detectar el magnetismo primordial.

En primer lugar se ha abordado la influencia del campo magnético primordial en la formación de estructura a gran escala del Universo. Para ello se han planteado las ecuaciones de transporte radiativo para un fluido compuesto por fotones, bariones, neutrinos, partículas de materia oscura fría, energía oscura y campo magnético con el fin de obtener la evolución de las perturbaciones de densidad en presencia de dicho campo magnético. Las épocas para las que se han obtenido dichas ecuaciones son la era de dominación de la radiación y el momento inmediatamente anterior al desacoplamiento de materia y radiación. Se concluye que la presencia de un campo magnético da lugar a perturbaciones de densidad, produciendo tubos de flujo magnético en la era radiativa capaces de sobrevivir hasta la época del desacoplamiento y dejar su huella en la radiación cósmica de fondo. Se muestra que dichos filamentos radiativos afectan de forma significativa la época de reionización del Universo, anticipándola hasta $z \sim 13^7$.

La observación directa del magnetismo primordial mediante rotación de Faraday es uno de los objetivos perseguidos con el satélite PLANCK. Dicha detección depende altamente del conocimiento que tenemos del campo magnético de nuestra galaxia dado que la radiación sincrotrón que produce, contamina zonas en las que es posible su observación. Con esta finalidad se ha realizado un estudio detallado de la componente regular del campo magnético de nuestra galaxia utilizando los datos de quinto año de polarización a 22 GHz del satélite WMAP (NASA). Esto nos ha permitido obtener los mapas de emisión polarizada debida a dicho campo enmascarando zonas como el disco y el centro galáctico así como las regiones conocidas como “spurs” que pueden distorsionar la señal del magnetismo primordial. En estos mapas se muestran las regiones óptimas para la detección directa de la rotación de Faraday inducida por un campo magnético primordial.

Para determinar el modelo de campo magnético que mejor describe estos datos de polarización se ha realizado un estudio sistemático involucrando varios modelos de campo magnético propuestos en la bibliografía como son: el modelo axisimétrico (con y sin dependencia radial de la intensidad de campo), bisimétrico (con y sin dependencia radial de la intensidad de campo), brazos espirales logarítmicos, anillo circular concéntrico con reversos y el bitoroidal. Para cada modelo, se ha realizado una exploración del espacio de parámetros en la malla que define dichos parámetros en cada caso. El número de modelos obtenidos ha sido superior a un millón.

Para la selección del modelo se ha utilizado una aproximación bayesiana. Para cada modelo, se han obtenido las distribuciones “a posteriori”, marginalizando sobre los parámetros restantes con el fin de obtener la función de distribución de probabilidad marginal de cada parámetro. Se han considerado distintas máscaras para restringir las distintas componentes del campo: la contenida en el disco, la contenida en el halo y la global (disco + halo). El principal resultado es que todos los modelos axisimétricos producen un buen ajuste de los datos de polarización; siendo el modelo axisimétrico con dependencia radial de la intensidad de campo, con un ángulo de inclinación de $\rho = (24.4 \pm 0.6)^\circ$ y un ángulo de elevación $\chi_0 = (34.0 \pm 0.9 - 1.0)^\circ$ el que presenta un mejor ajuste para el caso de la componente global. En general todos los modelos analizados dan resultados razonables con lo que no son desechables, a excepción del modelo bitoroidal, que proporciona una descripción razonable de la componente del halo magnético.

Se ha obtenido además, la influencia del modelo de campo magnético deducido sobre la curva de rotación con el fin de cuantificar los efectos del magnetismo sobre la dinámica. Para ello, se ha resuelto la ecuación de movimiento de la magnetohidrodinámica, considerando que nuestra galaxia está constituida por un bulbo, un disco exponencial -estelar y gaseoso- y un halo de materia oscura. Para el halo se han supuesto tres modelos distintos: perfil de densidad isoterma, perfil de densidad Navarro-Frenk-White y perfil de densidad descrito por la solución politrópica de índice $\mu=3.2$ del sistema de ecuaciones de Boltzmann-Poisson sin colisiones. Se ha incluido el campo magnético como un componente del medio interestelar que afecta al gas presente en el disco. El magnetismo hace que aparezca una fuerza radial en el gas. La resolución de la ecuación de movimiento no permite obtener la velocidad circular de cada componente, así como la velocidad circular asociada a la fuerza magnética. Con dichas velocidades y mediante la suma cuadrática de las mismas, se ha obtenido la curva de rotación. Esto se ha realizado para cada modelo de halo de materia oscura, el cual viene caracterizado por dos parámetros libres y para el modelo de campo magnético galáctico que también está caracterizado por dos parámetros ajustables. La comparación mediante una estadística χ^2 con las observaciones nos ha permitido obtener los valores de los parámetros. El resultado principal es que el magnetismo galáctico tendría unos efectos apreciables a partir distancias galactocéntricas mayores de 15 kpc, siendo dominante en las partes más externas ($> 20 - 25$ kpc). Otro resultado relevante, ha sido que la descripción del halo mediante la solución politrópica de índice $\mu=3.2$ requiere una menor densidad central de materia oscura y nos proporciona una correcta descripción de los datos. Para los casos en que se ha considerado magnetismo y halo de materia oscura, el mejor ajuste lo proporciona el politropo de masa total $M_{\text{total}} = 3.5 \times 10^{11} M_{\text{sol}}$ y densidad central $\rho_0 = 10^{-5} M_{\text{sol}} \text{pc}^{-3}$ y el modelo de campo magnético axisimétrico con $B_1 > 6 \mu\text{G}$ y $r_1 > 20$ kpc.