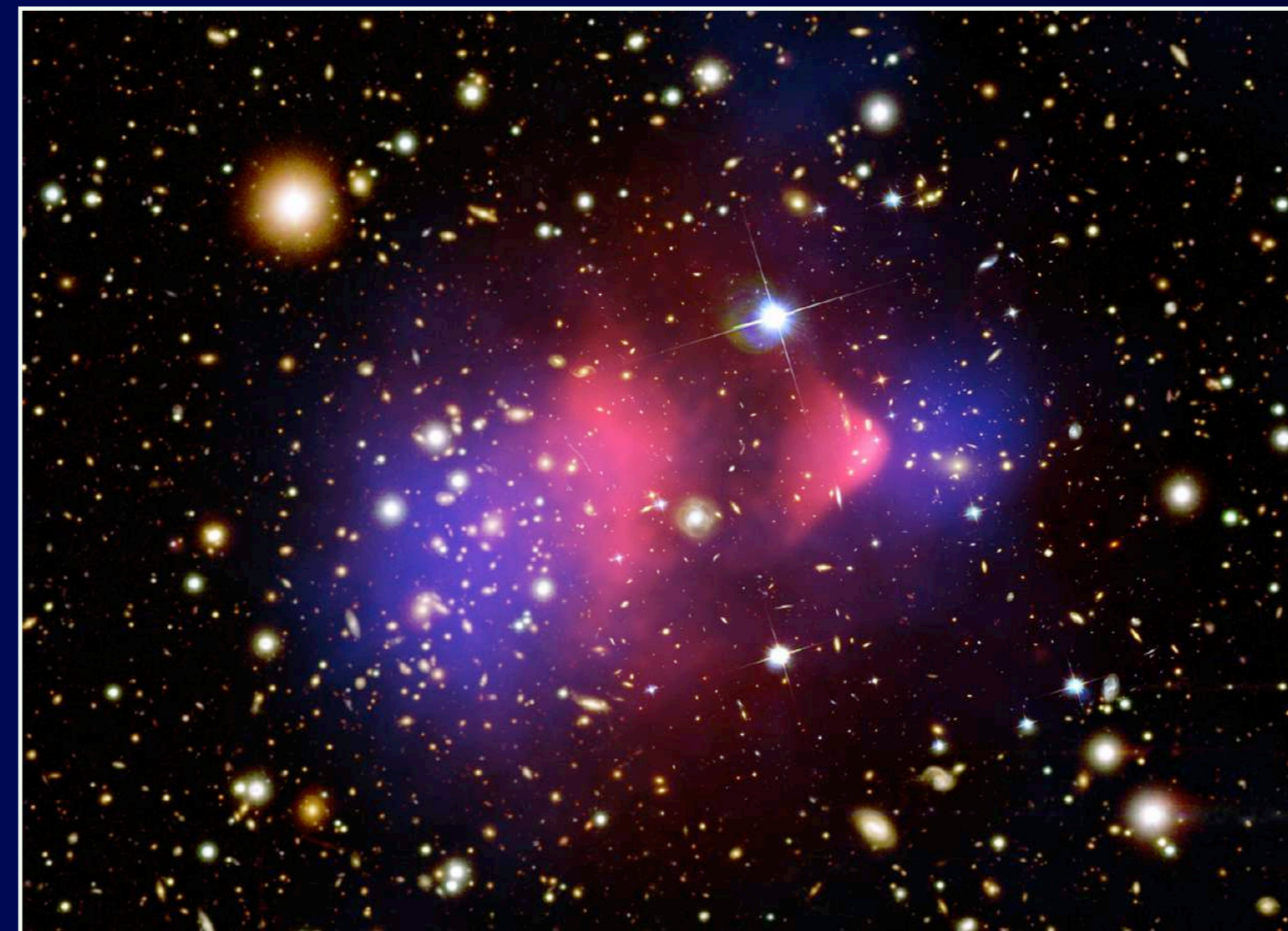
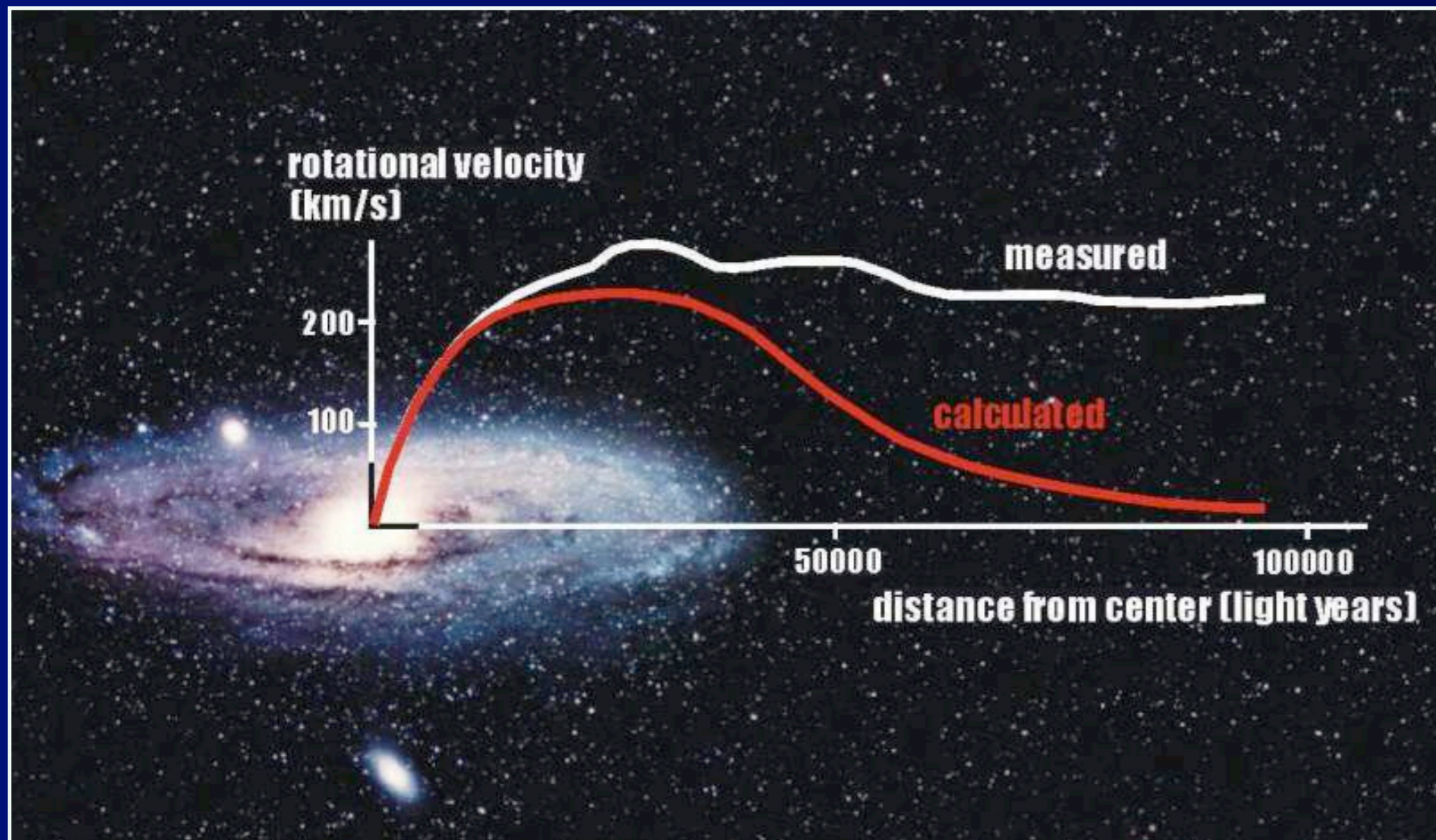


La materia representa el 31,7% de la densidad de energía del Universo. De esta materia, casi toda (el 85%) es "oscura" porque no emite ni absorbe luz, y es de naturaleza desconocida.

Evidencias y Motivación



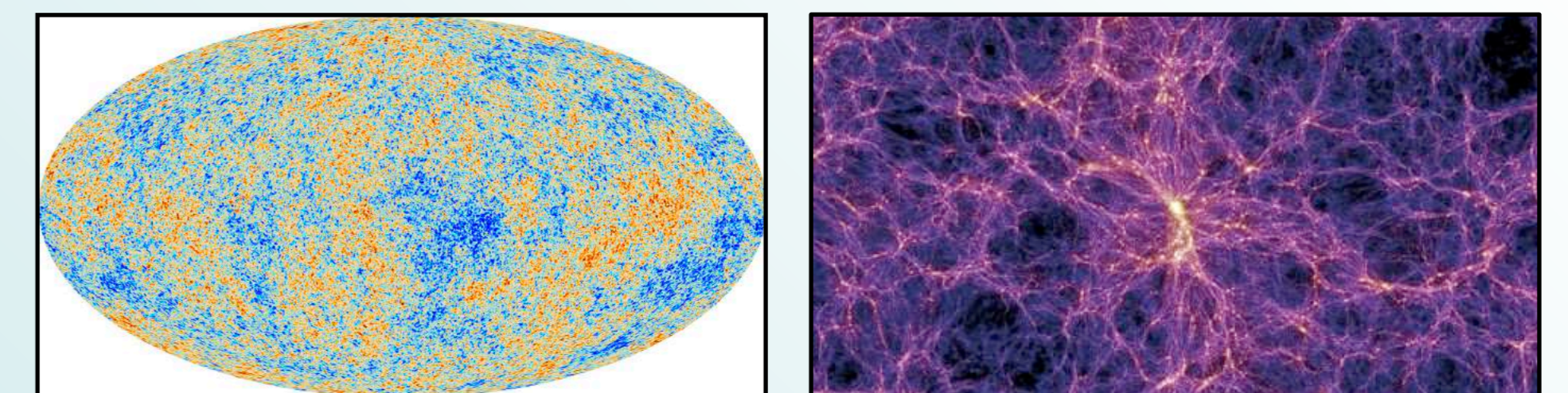
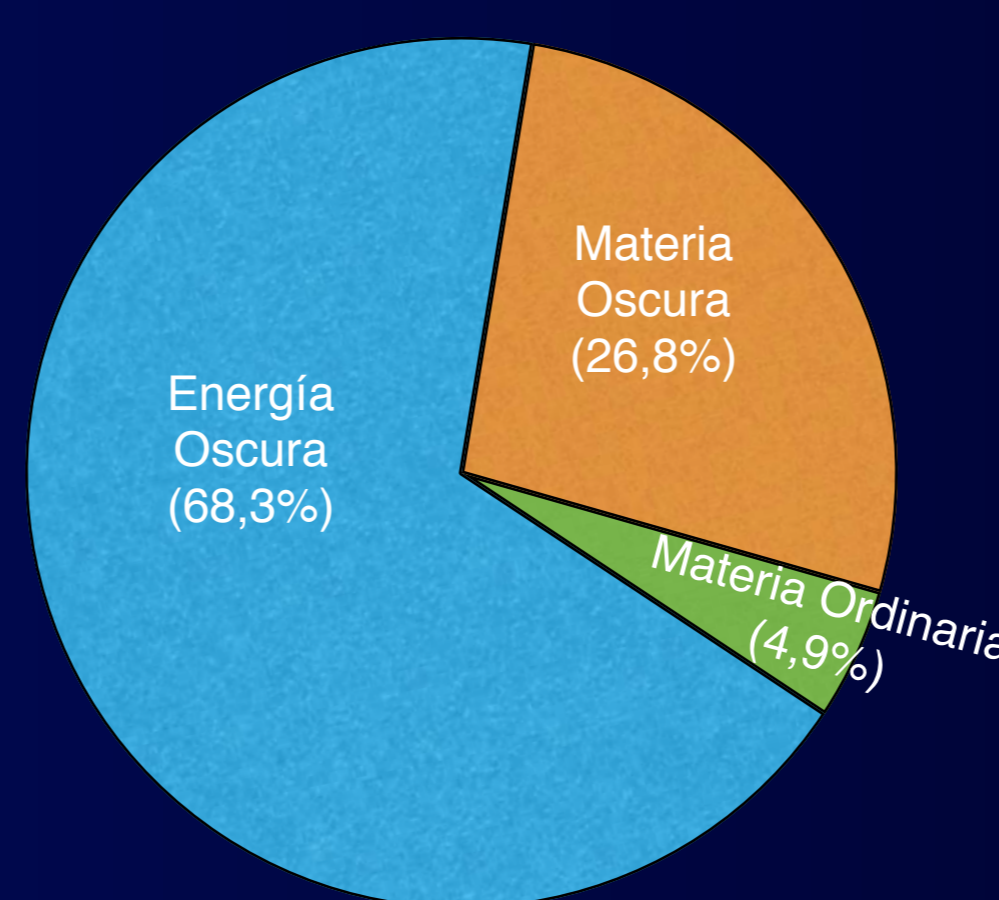
Efecto lente gravitacional

La **Relatividad General** explica que las trayectorias de la luz se curvan debido al efecto de la fuerza gravitatoria. De esta manera, si hay un objeto muy masivo entre nosotros y una fuente de luz muy lejana, veremos esta última en forma de arcos que rodean al objeto masivo. Este efecto permite medir la masa total de ese cuerpo masivo, obteniendo en muchas ocasiones una masa mayor que la medida mediante otros métodos. Un ejemplo de ello, es el **Cúmulo Bala** o **Bullet Cluster** (figura a la izquierda) donde la masa obtenida por este método (color falso azul) es superior que la calculada por la emisión en rayos X del gas caliente (color falso rojo).

¿Hay Materia Oscura en nuestra galaxia?

La dinámica de las galaxias espirales como la Vía Láctea puede estudiarse usando la Ley de Newton, obteniendo las **curvas de rotación** (figura arriba). Así, los resultados teóricos predicen que las velocidades decrecen a partir de un máximo. Sin embargo, experimentalmente, las curvas de rotación se mantienen aproximadamente constantes, lo que indica la existencia de una gran cantidad de materia que no está siendo tomada en cuenta.

Estos estudios muestran que las galaxias visibles están sumergidas en **halos de Materia Oscura**.



Fondo de Radiación de Microondas y Formación de Estructuras

El Fondo de Radiación de Microondas nos conecta directamente con el momento del **desacople de la materia y la radiación** (cuando el Universo tenía 380.000 años), momento a partir del cual la materia visible puede empezar a colapsar y dar lugar a **estructuras**. Es una radiación que llena por completo el Universo, con espectro de cuerpo negro a una temperatura de 2,7K y pequeñas inhomogeneidades que colapsarán gravitacionalmente, comenzando a formar pequeñas estructuras. El seguimiento de la evolución de esas perturbaciones nos demuestra que **la materia visible no ha tenido tiempo de configurar nuestro Universo actual**. El Universo en el que vivimos necesita de una componente de materia que no interactuara con la radiación y que, por tanto, haya podido empezar a formar estructuras mucho antes.

Buscando partículas de Materia Oscura...

Detección Indirecta

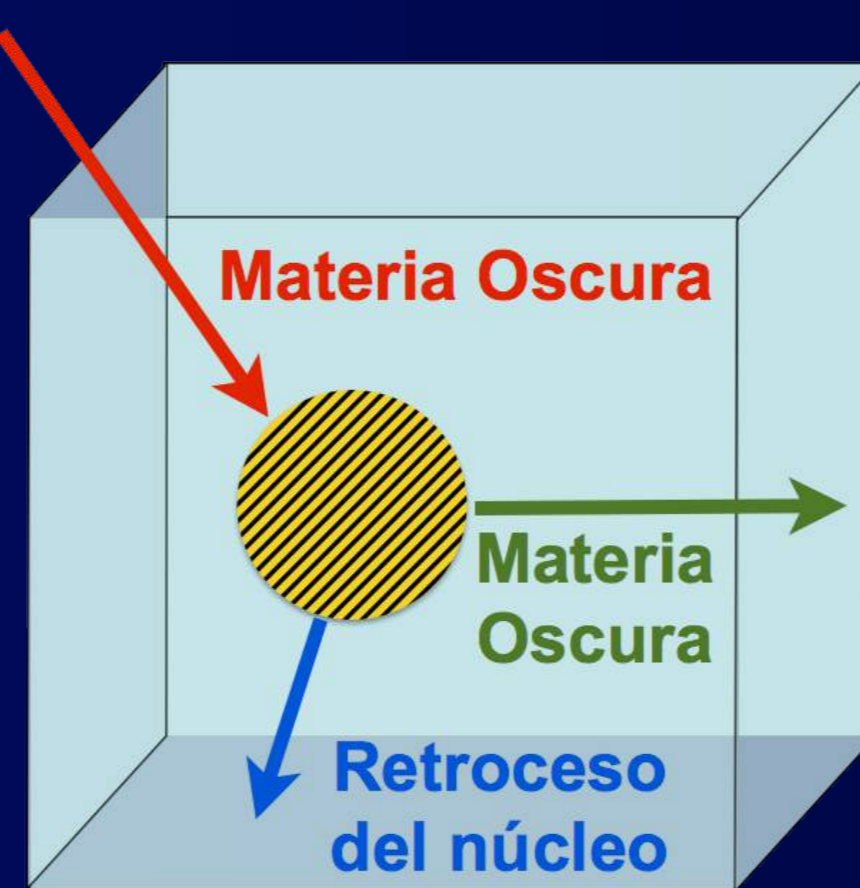


La Materia Oscura que hay en el Universo puede colisionar entre sí **aniquilándose** en partículas del Modelo Estándar. Estas pueden llegar a la Tierra y ser detectadas. Los experimentos de detección indirecta se encargan de detectar estas partículas, tales como **fonones, neutrinos o antimateria**, que nos darían información acerca de la Materia Oscura. Algunos experimentos de detección indirecta son Fermi, IceCube y Antares.

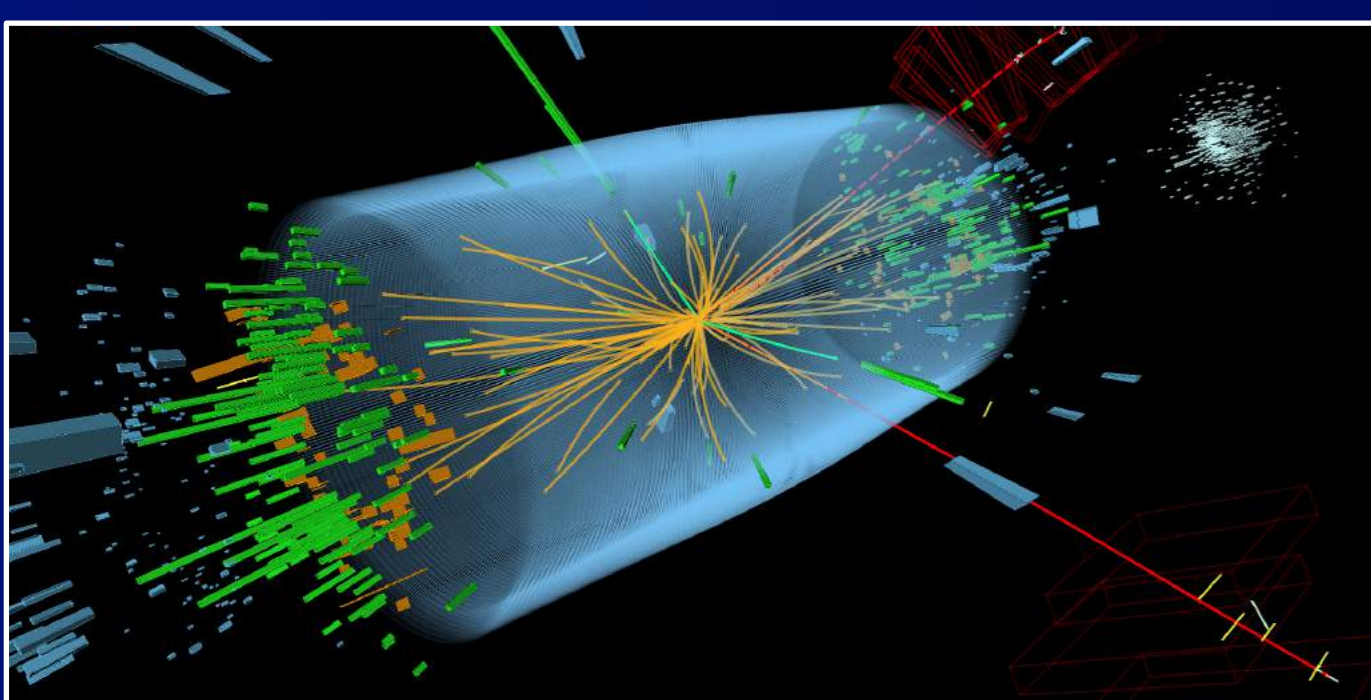
Detección Directa

Constantemente, recibimos del Universo flujos de partículas, entre las cuales pueden encontrarse las partículas de Materia Oscura. Los experimentos de detección directa se basan en la observación de **retrocesos nucleares** causados por **colisiones elásticas** de las partículas de Materia Oscura que llegan del Universo y los núcleos de un determinado material que compone el llamado detector. Para evitar confundir estas señales con las producidas por el resto de partículas provenientes de los **rayos cósmicos**, los experimentos se sitúan bajo tierra, de manera que esta actúa como filtro. Además, están rodeados de distintas capas de materiales diseñadas para absorber el resto de partículas.

El experimento CDMS, en el que participa el Instituto de Física Teórica, utiliza cristales de Germanio a temperaturas criogénicas para buscar la Materia Oscura.



Aceleradores

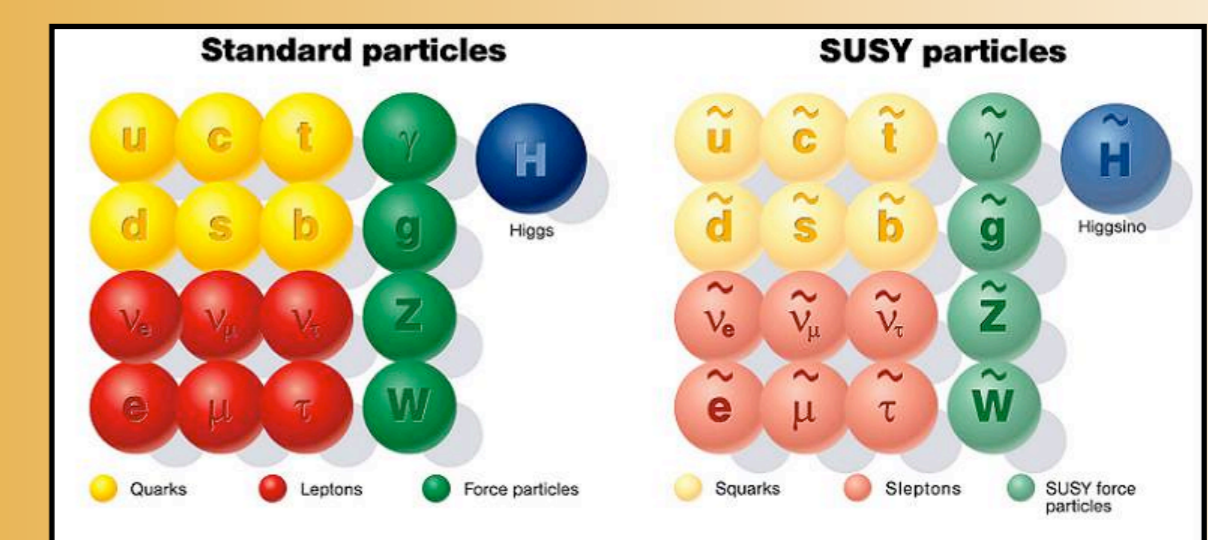


La búsqueda de las partículas de Materia Oscura en aceleradores es un proceso muy difícil ya que al no estar cargadas no dejarían rastro. Sin embargo se han desarrollado técnicas para ser eficientes en su búsqueda con procesos con **"energía perdida"** (missing energy), tales como estudiar su producción **junto con un jet**, o su creación al final de una **cadena de desintegraciones** de partículas más pesadas como ocurre en modelos supersimétricos.

... y proponiendo modelos teóricos

Supersimetría

La Supersimetría establecería una simetría que asignaría una partícula compañera a cada partícula del Modelo Estándar. Estas partículas supersimétricas tendrían la misma carga, distinto espín y serían más masivas que las del Modelo Estándar. En la mayoría de estos modelos la **partícula supersimétrica más ligera**, normalmente el neutralino o el sneutrino, sería estable y por lo tanto podría ser un buen candidato para explicar la Materia Oscura. Además la supersimetría podría solucionar el problema de las jerarquías que afecta a la estabilidad de la masa del **bosón de Higgs** y aparece en **teoría de cuerdas**.



Axiones

Los axiones son partículas que podrían estar presentes en el Modelo Estándar y que se encargarían de resolver el **problema de CP fuerte**. A su vez estos podrían ser buenos candidatos a Materia Oscura, teniendo la peculiaridad de **no haber estado en equilibrio térmico** como la mayoría de otros candidatos a Materia Oscura. El rango de masa de los axiones es bastante amplio, aunque ciertas masas han quedado excluidas debido a observaciones y experimentos.

Misterios por resolver

Propiedades

Todavía se desconoce la verdadera naturaleza de la Materia Oscura, por ejemplo, ¿cuál es su masa? Los experimentos exploran cada vez más energías, consiguiendo poner límites superiores a estas propiedades.

Distribución

Los modelos de halos de Materia Oscura aún son un misterio. ¿Cuál es su distribución de densidad? ¿Cuál es su extensión? La distribución a gran escala también es desconocida y se estudia haciendo uso de simulaciones numéricas.

Densidad de materia

La densidad de Materia Oscura y la visible son comparables aproximadamente, dado que los mecanismos de producción pueden ser muy diferentes ¿por qué hay esta coincidencia? ¿hay un origen físico común?

Más allá del Modelo Estándar

Ninguna de las partículas del Modelo Estándar es una buena candidata para ser Materia Oscura, y por ello hay que explorar más allá de éste. Por tanto, ¿puede la Materia Oscura ser la clave para entender la Nueva Física que se esconde a escala electrodébil?