

EL LADO OSCURO DEL UNIVERSO: MATERIA Y ENERGÍA OSCURA

Hernández Gutiérrez Alondra Itxel (1); Delepine David Yves Ghislain (2)

1 [Colegio de Nivel Medio Superior, Campus León, Escuela de Nivel Medio Superior Centro Histórico León] | [itxelgutierrez14@gmail.com]

2 [División de Ciencias e Ingenierías, Campus León] | [david_delepine@hotmail.com]

Resumen

El estudio del universo se ha convertido en una de las tareas fundamentales de la Física desde el siglo pasado, entender su estructuración permitiría a los científicos interpretar su origen y formación con exactitud y, probablemente, develar su curso en el futuro, además, de dar información sobre Física Nueva. Esta investigación se centra en un objetivo de divulgación, sobre el lado oscuro del Universo que representan más del 94% de su composición total: Materia y Energía Oscura.

Abstract

The study of the universe has become one of the fundamental tasks of physics since the last century, understanding its structure would allow scientists to accurately interpret their origin and formation and, probably, to reveal their course in the future, besides giving information about New Physics. This research focuses on an objective of divulgation, on the dark side of the Universe that represent more than 94% of its total composition: Matter and Dark Energy

Palabras Clave

Materia bariónica; Materia Oscura; Energía Oscura; Universo; Partículas

INTRODUCCIÓN

Para nosotros los seres humanos es común ver cómo inicia un día nuevo, y al cabo de algunas horas notar el cambio de escenario con un manto negro que se extiende más allá de una simple abstracción o un conocimiento dado, pues como científicos, sabemos que el aprendizaje en la comprensión de un fenómeno difícilmente culmina, y lo cierto es, que muchas veces éstos pasan desapercibidos (independientemente de la modalidad), por ende cuando se habla de eventos que ocurren fuera del planeta que habitamos, normalmente se creería que la ciencia en tal ámbito está limitada por cuestiones tecnológicas, sin embargo existe un panorama optimista, guiado por un grupo de especialistas empeñados en la búsqueda de explicaciones que se adecuen al entendimiento reflejado en los cálculos y realidad.

Respecto al universo, su constitución aún no está del todo descifrada, se conocen los porcentajes de lo que es, y podría ser, entre ello se incluyen las estructuras que comúnmente son mencionadas en tópicos de astros: planetas, estrellas, galaxias, agujeros negros, etc., sin embargo, dichos cuerpos solo rescatan aproximadamente el 5% del total del universo, el 95% restante alude manifestaciones diferentes^[1]; recae entonces en el objetivo principal, divulgar la importancia de una área que es conocida por pocas personas.

MÉTODO

En el presente escrito, a fin de conocer tópicos físicos fuera en las referencias clásicas se trata un sistema que sigue en exploración, y que es probable, nunca termine de estarlo: el Universo. En base a, se realizó una investigación documental, sin experimentación, efectuada durante las últimas semanas bajo la idea de reunir la información suficiente para generar un artículo de divulgación que contenga las siguientes subdivisiones:

- ¿Qué es Materia Oscura?
- Diferenciación con la Energía Oscura
- Clasificación de la Materia Oscura
- Candidatos: Axiones y WIMP's

- Mecanismos de detección de la Materia Oscura

Con la meta finalmente, de brindar a la comunidad un pequeño acercamiento en uno de los escenarios con mayor importancia en la Física Moderna.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¿Qué es Materia Oscura?

Con tales condiciones se introduce pues, el concepto de materia "ordinaria" o bariónica, la cual engloba la síntesis de múltiples cuerpos inmediatos al control y estudio del hombre. De forma general se caracteriza por ser capaz de emitir ondas electromagnéticas que permiten su observación y composición tangible. Luego, existe otro tipo de materia que ha sido tratada desde el siglo anterior con varios científicos, entre ellos Fritz Zwicky (1933) quien fue el primero en acuñar el término "materia oscura" tras realizar un estudio en las velocidades de rotación de las galaxias (el Cúmulo galáctico de Coma), notando que, de acuerdo a la magnitud de la velocidad, sus masas no coincidían con lo concluido, eran menores, así que, debía de haber un factor contribuyente "invisible" que mantuviera constante el valor^[2].

Más tarde, el problema fue retomado en 1970 con Vera Rubin, W. Kent Ford Jr. y Norbert Thonnard al realizarse mediciones, nuevamente respecto a las velocidades de rotación, el centro galáctico de Andrómeda como punto referencial; de acuerdo a la fórmula de gravitación universal de Newton (obteniendo $V^2 = G M / R$) conforme un cuerpo se aleja de otro (la distancia se incrementa) disminuye el valor de la magnitud en comprobación, en este caso V , pese a, está se conservó constante en cada uno de los radios^[3]. Se confirmó la prevalencia y en mayor cantidad, de un tipo de materia desconocida en los *halos galácticos llamada *Materia Oscura*.

*Halo Galáctico
Región esferoidal, definida por cúmulos globulares y órbitas de estrellas que rodean a las galaxias espirales.

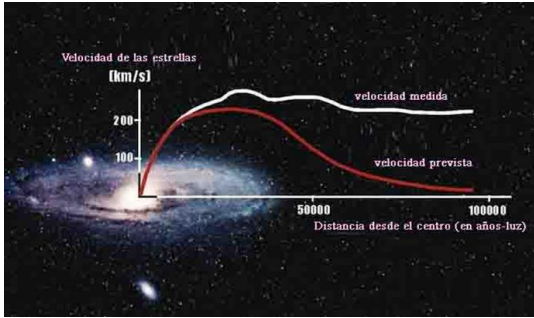


IMAGEN 1: Descubrimiento de la materia oscura; diferenciación en el modelo de predicción [4]

Diferenciación con la energía oscura

Lo que, es más, la materia oscura no es el único enigma para la Física, hay otro fenómeno relacionado que enfatiza su acción en la expansión del universo, se le conoce como “Energía Oscura” y fue detectada tras observar el comportamiento de las Supernovas tipo Ia, tiene antecedentes vinculados con la Constante Cosmológica propuesta por Albert Einstein en 1915^[5]. A grandes rasgos, los científicos esperaban que el Universo se ralentizará poco a poco por contribución de la fuerza de gravedad, más no ocurría así, en su defecto las velocidades indicaban una aceleración en la expansión^[6].

Cabe señalar que energía y materia oscura son dos conceptos totalmente diferentes, aunque ambas presentan evidencias gravitacionales uno de ellos es el fenómeno contrario a la atracción que surge entre dos cuerpos con masa, mientras que, la materia es considerada como el esqueleto o base de construcción que permitió la formación de todo lo que hoy conocemos.

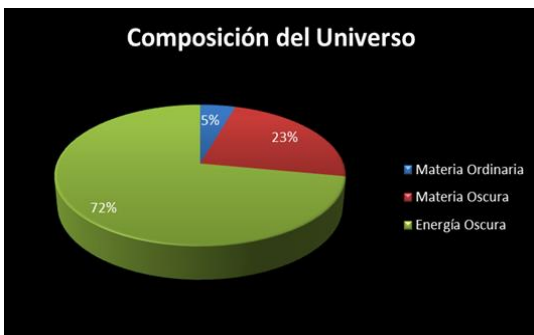


IMAGEN 2: División porcentual en la estructuración del Universo [7].

Clasificación de la materia oscura

Al ser defendida la existencia de una materia no bariónica y desconocida hasta el momento, supuso a los investigadores idear modelos que expliquen su naturaleza, escudriñar en lo que puede ser y no ser, e partir de entonces se crearon tres tipos o subdivisiones posibles^[8]:

- Materia Oscura Caliente

Son partículas de muy poca masa y con altas velocidades similares a la de la Luz; sin embargo, cabe mencionar que dentro de su propuesta posee inconvenientes en estructuras de gran escala como las galaxias, siendo incapaz de fórmalas.

- Materia Oscura Fría (CDM)

Engloba partículas muy pesadas ($m \sim 1 - 1000$ GeV) con velocidad mucho más pequeña que C, la velocidad de la Luz en el espacio vacío, cuya relación puede ser explicada en analogía a la Física Clásica.

- Materia Oscura Templada (WDM)

La masa de las partículas oscila en magnitudes de orden $***\text{KeV}$. Tiene propiedades intermedias de las clasificaciones mencionadas con anterioridad.

Con el fin de ejemplificar candidatos a la Materia Oscura, mencionamos dos tipos de partículas candidatos a materia oscura características de CDM:

• Axiones

Es una partícula eléctricamente neutra, muy ligera (10^{-5} eV) que interacciona muy débilmente con la materia convencional. Presenta una propiedad de acoplamiento con el fotón, pudiéndose transformar en uno al entrar en un campo magnético. Se espera que, en caso de detectarlo sea un bosón pseudo-Goldstone, es decir, que adquiera masa en un nivel cuántico.

Proviene como resolución al mecanismo Peccei-Quinn^[9].

• WIMP's

Partículas Masivas de Interacción Débil. Un ejemplo de WIMP's proviene de los modelos supersimétricos, donde a cada partícula le corresponde una superpartícula que es diferente en espín, masa y carga. Destaca entre ellas el neutralino^[10], obtenido de mezcla de un zino,

*** Electronvoltio (eV)

Es una unidad de energía que, en Física de partículas se usa indistintamente como unidad de masa o bien energía.

fotino y dos higgsinos, es de carácter fermiónico y eléctricamente neutra, tiene una masa comprendida entre 90 y 400 GeV y debido a su estabilidad y a que no puede desintegrarse en más partículas es un candidato potencial a la materia oscura.

Mecanismos de detección

Sin duda la materia oscura dentro de las áreas de investigación de Cosmología, Astrofísica y Física de partículas representa uno de los mayores retos en proposición, y el hecho de corroborar su prevalencia en todo el universo, exige a los investigadores crear técnicas que permitan visualizarla, y entonces cómo es que, los científicos han sido capaces de defender su postulación sin tener resultados reales, o siquiera comprobables, ello tiene que ver con el desarrollo de experimentos que dan a la comunidad, la oportunidad de encontrar materia oscura, además de los efectos gravitacionales observados en la materia visible.

Se dividen en tres formas de identificación: detección directa, detección indirecta y producción en laboratorio ^[11].

1. Detección directa

Implica la construcción e uso de instalaciones localizadas bajo tierra con el fin de reducir el fenómeno de el “ruido de fondo” proveniente de los rayos cósmicos que constantemente bombardean la Tierra.

Buscan observar colisiones de partículas de materia oscura con detectores altamente especializados capaces de interpretar procesos raros y muy débiles; se aclara en este último punto que, en caso de interactuar la materia oscura con la materia ordinaria es muy débil, por debajo de la fuerza fundamental de interacción débil o nuclear débil.

La gran mayoría de los experimentos actuales usan alguna de las dos técnicas de detección directa:

- a) Detectores Criogénicos: Operan a temperaturas cercanas al 0 absoluto, con la idea de medir el minúsculo calor producido cuando una partícula choca con un átomo en un cristal especialmente diseñado y equipado con aparatos para medir ese calor.

- b) Obtención del destello de luz: Se produce en líquidos nobles como el Xenón u Argón cuando una partícula choca contra alguno de sus átomos.

2. Detección indirecta

Opera en lugares del espacio, monitorea el producto de aniquilación esperado en las partículas de materia oscura, sean estas reacciones de colisión o desintegración.

Al igual que la detección directa, emplea mecanismos diversos que concentra las siguientes modalidades:

- Observación de Rayos Gamma
- Experimentos espaciales

3. Producción en laboratorio

Al aumentar la energía de los colisionadores de partículas, en especial el LHC (Gran Colisionador de Hadrones) pueden producir un umbral similar al que podrían operar las partículas de la materia oscura.

Tal detección viene dada tras evaluar los residuos energéticos que se generan en el momento de chocar las partículas del modelo estándar.

CONCLUSIONES

En el siglo presente, el avance tecnológico y cultural han posibilitado la creación y el diseño de modelos matemáticos y experimentales que comprueben la naturaleza de la materia oscura, hasta ahora no hay resultados certeros, pero se sabe claramente que actúa como un fantasma en constante interacción con cada uno de los cuerpos que rodea; la energía oscura como se mencionó con anterioridad es una expresión más compleja cuya incertidumbre conlleva a la pregunta de si posee o no un límite en su crecimiento, la respuesta, finalmente será dada con el transcurso de los años sujetos al trabajo científico, y a la especialización y evolución de los experimentos encargados en tales comprobaciones; es importante añadir que, el conocimiento de tópicos análogos a los expuestos con anterioridad, dan a la comunidad la oportunidad de entender la

realidad que acontece, captar el hecho de que es necesaria la existencia de fenómenos complejos que permitan finalmente crear las bases estructurales para la aparición de vida.

Por último, cabe resaltar el rol proactivo que ejercen instituciones mexicanas en el desarrollo y contribución teórica-experimental de la Física a nivel internacional.

Existe un seguimiento hacia los equipos extranjeros que cuentan con la tecnología y condiciones necesarias para la construcción de experimentos, sea esto con el fin de divulgar y debatir tales descubrimientos o ser partícipes directos en los procesos. Entre ellas se encuentran el Instituto de Física de la UNAM, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Benemérita Universidad de Puebla, la Universidad Iberoamericana y el Departamento de Física de la Universidad de Guanajuato.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Dr. David Yves Ghislain Delepine, a quien debo agradecer por su tiempo y dirección en el desarrollo del curso.

REFERENCIAS

[1] Pino, F. (2017). ¿Qué es la energía oscura? Junio 16, 2017 de Vix™ - ©Vix Inc - 2005-2017. Sitio Web: <http://www.vix.com/es/btg/curiosidades/4439/que-es-la-energia-oscura>

[2] Garre, L. (2011). La Materia Oscura: El universo desconocido. Junio 19, 2017 de Ciencia y Tecnología. "Tu curiosidad". Sitio Web: <http://cienciaytecnologiaturcuriosidad.blogspot.mx/2011/03/la-materia-oscura-el-universo.html>

[3] Burelo, E., Guzmán, F. & Matos, T. (1999). Materia Oscura en el universo: el nuevo éter. Julio 11, 2017 de Avance y Perspectiva (18), 141-142. Recuperado de: http://pelusa.fis.cinvestav.mx/tmatos/CV/Publicaciones/Otras/3_AyP_99.pdf

[4] Martín, J. (2015). Descubrimiento de la materia oscura: diferenciación en el modelo de predicción. [Imagen 1]. Recuperada de: <https://joseantonimartin.wordpress.com/2015/10/12/la-materia-oscura-como-la-descubrieron/>

[5] Manrique, D. (2016). ¿Quién presionó el acelerador? En Fundamentos de Cosmología (pp .231-240). España: GUADALMAZÁN

[6] Cerdeño, D. Cazadores de Materia Oscura: ¿De qué está hecho lo que no podemos ver? Junio 19, 2017 de Instituto de Física Teórica UAM-CSIC. Recuperado de: <http://dark.ft.uam.es/~cerdeno/semana-cerdeno.pdf>

[7] Luis, J. (2017). División porcentual en la estructuración del Universo. [Imagen 2]. Recuperada de: <http://maravillasdeluniverso2.blogspot.mx/p/materia-y-energia-oscura.html>

[8] Blanco, G. (2013). Ni caliente ni fría: la teoría apunta a la materia oscura templada. Junio 19, 2017 de KosmoLogos. Sitio Web: <http://www.noticiasdelcosmos.com/2013/12/ni-caliente-ni-fria-la-teoria-apunta-la.html>

[9] Villatoro, F. (2013). La búsqueda de los axiones como candidatos a la materia oscura. Julio 10, 2017 de Naukas Network. Sitio Web: <http://francis.naukas.com/2013/11/09/la-busqueda-de-las-axiones-como-candidatos-materia-oscura/>

[10] Griest, K. (2002). WIMP's and MACHOS. Julio 11, 2017 de Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics, 1-3. Recuperado de: <http://www.astro.caltech.edu/~george/ay20/eaa-wimps-machos.pdf>

[11] Nuria, J. ¿Cómo se busca la materia oscura? Junio 28, 2017 de Revista noticias: Muy Interesante. Sitio Web: <https://www.muyinteresante.es/revista-muy/noticias-muy/articulo/como-se-busca-la-materia-oscura-371400575394>