



Aventuras CosmoVerse

Materia Oscura



El Aula

Introducción: La elusiva Materia Oscura



Figura 1: El mundo de noche. Las imágenes han sido generadas usando el algoritmo NASA VIIRS DNB.

[Dar enter para ver la imagen completa con una resolución de 3km.](#)

Profesor :

(Apaga las luces del salón de clases, encendiendo un proyector que despliega un mapa del mundo de noche) Iniciamos el día de hoy con un ejercicio de observación simple. ¿Qué observan en este mapa?

Student 1 :

Es la Tierra de noche. Se pueden ver algunas ciudades iluminadas.

Profesor :

Precisamente, ¿Y qué hay acerca de las áreas sin luz? ¿Qué me dicen de ellas?

Student 2 :

Estas pueden ser océanos, bosques, desiertos... ¿Lugares sin personas?

 **Profesor :**

Exacto! Este mapa, es muy parecido a nuestro entendimiento del Universo. Tenemos algunas pistas de donde la luz está, pero hay mucho que no podemos ver, desde personas hasta montañas. Tienes que inferir lo que hay utilizando estas pistas limitadas.

 **Estudiante 3 :**

¿Quieres decir que hay más en el Universo de lo que podemos ver?

 **Profesor :**

Significativamente más. Cosmología es una lección de humildad. Nos encontramos en una pequeña parte de un enorme cosmos. Nuestro planeta orbita una estrella de las cientos de miles de millones en una galaxia que es una de las cientos de miles de millones más. Incluso, todo esto —todo lo que compone a las estrellas, los planetas, e incluso nosotros— es solo cerca del 5% de toda la masa y energía del Universo. Esto es lo que nosotros llamamos materia Bariónica o materia ordinaria. (Mirar figura 2).

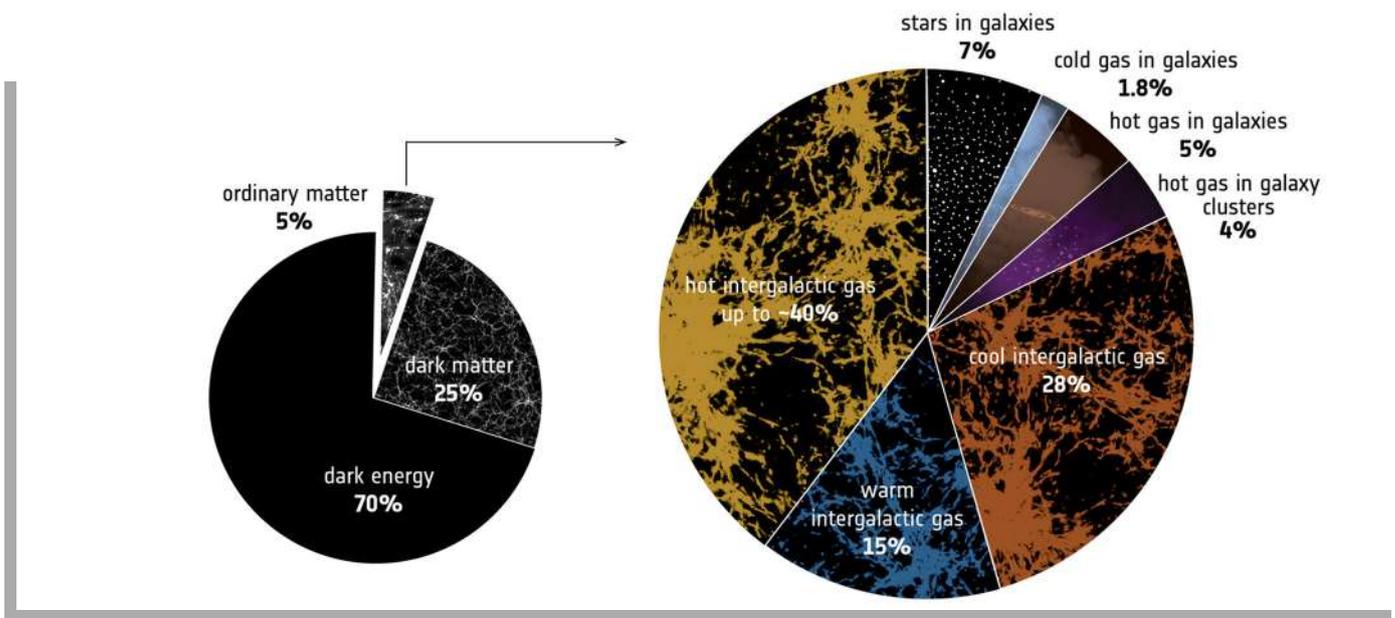


Figura 2: Materia oscura y energía oscura componen un 95% de nuestro Universo; el 5% restante es materia ordinaria llamada bariones, cuya mayoría ha permanecido oculta hasta hace poco. Los científicos ahora han descubierto mucho del material intergaláctico que nunca antes habían podido ver. Crédito: ESA.

 **Estudiante 4 :**

Solo el 5%? ¿De qué está hecho el resto?

 **Profesor :**

Ahí es donde nuestro viaje a lo invisible comienza. El resto, un sorprendente 25%, está hecho de algo que no emite ni absorbe luz. Le llamamos 'materia oscura'. Aunque pueda parecer abstracto o distante, ésta está más cerca de lo que te imaginas. De hecho, partículas de materia oscura podrían estar atravesándonos justo ahora, mientras hablamos! El otro 70% está hecho de algo que nosotros llamamos 'energía oscura', la cual exploraremos en otra aventura CosmoVerse!

 **Estudiante 1 :**

¿La materia oscura nos atraviesa? ¿Cómo es que no la sentimos?

 **Profesor :**

La materia oscura es elusiva. Ésta no interactúa con la luz ni cualquier otra forma de radiación electromagnética incluidas las ondas de radio y microondas. Es invisible y completamente impalpable para nosotros. Somos como barcos navegando en un océano de materia oscura inconscientes de su naturaleza.

 **Estudiante 2 :**

Si ésta es invisible y no interactúa con la luz ¿Cómo es que sabemos que existe?

 **Profesor :**

Esa es la parte interesante. Nosotros inferimos su existencia de los efectos gravitacionales que ésta tiene sobre las cosas que podemos ver. La materia oscura tira sobre las estrellas y galaxias, afectando sus movimientos de una manera que nosotros podemos medir.

 **Estudiante 3 :**

Entonces, es como sentir el aire en tu rostro a pesar de no poder verlo?

 **Profesor :**

Una excelente analogía! Y así como nosotros usamos el viento para navegar, las galaxias usan la materia oscura para mantenerse juntas conforme rotan. Sin materia oscura, el Universo como lo conocemos no existiría.

 **Estudiante 4 :**

Podría la materia oscura haber sido parte del Universo desde el big bang?

 **Profesor :**

Posiblemente, es uno de los escenarios prevalecientes. Ahora, vamos a prepararnos para una búsqueda celestial con nuestro amigo cósmico Quark para atestiguar algunos asuntos muy oscuros justo de las secuelas del big bang.



Nave de la imaginación

Materia Oscura en el Universo temprano

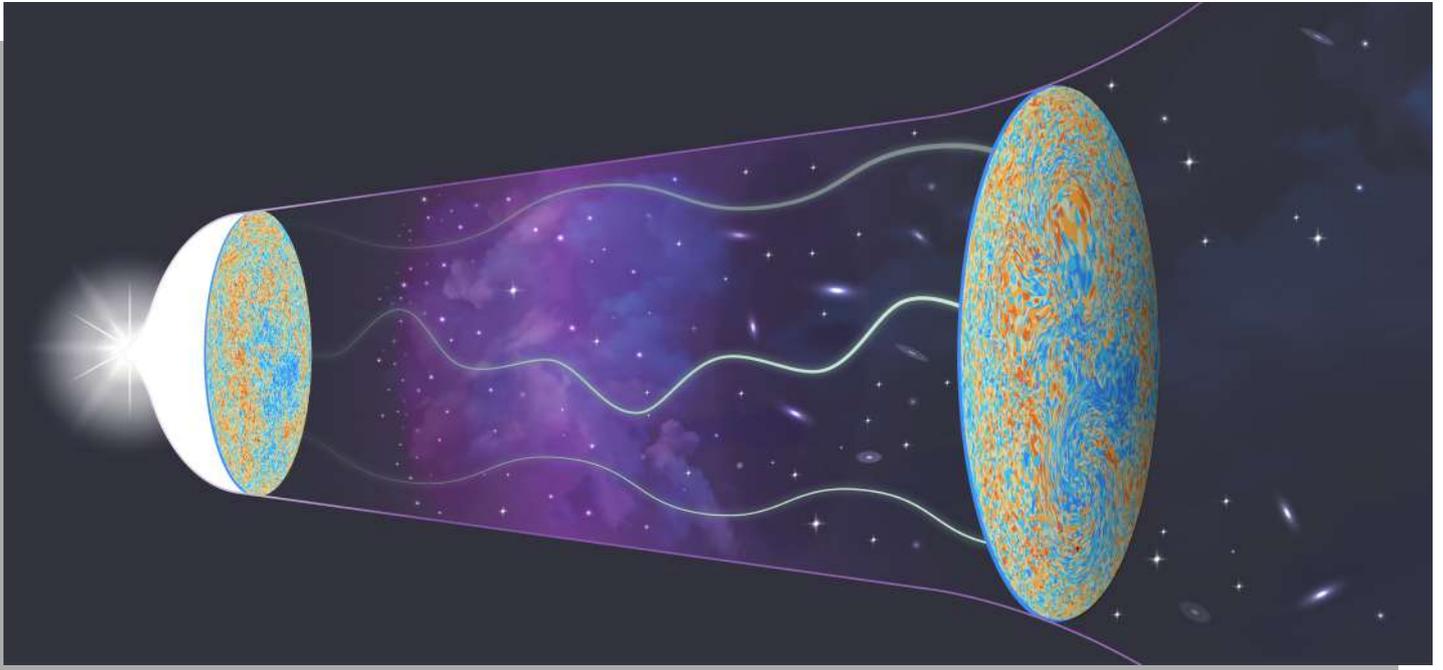


Figura 3: Radiación del fondo cósmico de microondas (CMB). Crédito de la imagen: Lucy Reading-Ikkanda/Fundación Simons.



Quark :

Muy bien estudiantes, retrocedamos en el tiempo justo después del big bang. ¿Recuerdan lo que vimos en nuestro último viaje?



Estudiante 1 :

El Universo inició realmente pequeño y entonces éste se expandió muy pero muy rápido!



Quark :

¡Exacto! El Universo era diminuto y entonces — puffffff — se expandió más rápido que cualquier cosa que puedas imaginar. ¿De qué estaba lleno? ¿Alguien lo recuerda?



Estudiante 2 :

Estaba lleno de energía y esas partículas diminutas, algunas de ellas eran quarks!



Quark :

Le diste en el clavo! Ahora, tengo algo nuevo que agregar. La Mecánica Cuántica nos dice que la materia está siendo creada y destruida todo el tiempo, en cada momento. En este tiempo, el Universo se estaba expandiendo tñ rápido que la materia creada no pudo ser destruida.

 **Estudiante 3 :**

Entonces, todo de lo que nosotros estamos hechos así como la materia oscura, ¿Se creó en aquel entonces?

 **Quark :**

Sí, lo tienes! Adelantémonos un poco, después de que la materia se creó, después de que se formaron los protones, neutrones y átomos de hidrógeno, cerca de los 400,000 años después del big bang.

 **Estudiante 4 :**

Oh! Fue entonces cuando el espacio finalmente se enfrió lo suficientemente para que la luz brillará a través de él ¡y nosotros pudimos ver el fondo cósmico de microondas (CMB, por sus siglas en inglés)!

 **Quark :**

¡Eso es cierto! El Universo era como una sopa espesa, suave pero con grumos pequeños, Aquellos diminutos grumos son super importantes porque ...

 **Estudiante 3 :**

Ellos fueron los lugares con un poco más de calor y esas cosas, y ahí es donde la gravedad comenzó a hacer su magia, atrayendo más y creando las primeras estrellas ¿Verdad?

 **Quark :**

Correcto! Y esas primeras estrellas se unieron para formar pequeñas galaxias. A lo largo de miles de millones de años, estas pequeñas galaxias colisionaron y se combinaron para formar galaxias más grandes, como nuestra Vía Láctea.

 **Estudiante 1 :**

Pero, ¿Qué hay de la materia oscura en todo este tiempo?

 **Quark :**

Ah, es el ingrediente secreto! Los bultos que vemos en el CMB son bastantes pequeños para haber tenido la fuerza gravitacional suficiente para atraer materia y formar grandes estructuras como galaxias. Sin embargo, si esta materia ordinaria estaba acompañada de materia oscura entonces estos grumos pequeños podrían haber tenido la atracción gravitacional suficiente para crear el Universo que vemos hoy.

 **Estudiante 2 :**

Es como cuando hacemos caramelos de roca, el azúcar necesita algo a lo cuál adherirse (la cuerda) para convertirse en cristales.

 **Quark :**

Excelente analogía! La materia oscura es como un pegamento invisible. Observa

estos dos universos, juntos. ¿Qué puedes ver en el Universo que tiene materia oscura? (Mirar figura 4)

Estudiante 2 :

¡Se puede observar que las cosas se agrupan rápidamente!

Quark :

Exactamente, en un universo con materia oscura, grumos de materia pueden crecer para convertirse en galaxias. Ahora, si echamos un vistazo a un universo con poca materia oscura ...

Estudiante 4 :

Pareciera que no pasa mucho. Los grumos son demasiado pequeños y no crecen.

Quark :

De nuevo en el punto! Sin materia oscura, el Universo sería muy aburrido —no habría Vía Láctea, ni Sol, ni nosotros. La materia oscura es el héroe anónimo que hace nuestro Universo interesante y nuestra existencia posible. Recordemos esto a medida que nos adentramos más en el cosmos!

Estudiante 3 :

¡Qué interesante! Entonces, el fondo cósmico de microondas es una de las evidencias que soporta la existencia de materia oscura, ¿Hay algunas otras?

Quark :

¡Absolutamente! Otras pistas apuntan a la presencia de materia oscura mucho antes de que pudiéramos ver el panorama general. ¿Y sabes qué? Tenemos la oportunidad de aprender de alguien que fue fundamental en el descubrimiento de esta. Preparémonos para conocer a la astrónoma legendaria Vera Rubin, quien descubrió la danza cósmica que insinuaba la existencia de la materia oscura.



Figura 4: A la izquierda se encuentra un universo lleno con materia oscura, y a la derecha se encuentra un universo carente de materia oscura. Crédito de la imagen: Mao, Wechsler & Kaehler / Stanford & SLAC.



Conoce a un científico

El efecto de la materia oscura



Quark :

¡Bienvenidos estudiantes! Hoy tenemos el honor de conocer a alguien realmente especial en nuestro viaje cósmico. Démosle una calurosa bienvenida a la astrónoma Vera Rubin.



Vera Rubin :

Hola, jóvenes exploradores! Es un placer acompañarlos en su aventura de comprender el Universo.



Estudiante 1 :

Sra. Rubin, hemos escuchado que usted encontró algo sorprendente acerca de las galaxias. ¿Podría decirnos más?



Vera Rubin :

¡Desde luego! Allá por los 60 's y 70' s, pasé mucho de mi tiempo estudiando galaxias espirales, justo como la Vía Láctea. Yo estaba particularmente interesada en cómo ellas rotan y por qué eso nos dice acerca de su masa.



Estudiante 2 :

¿Cómo funciona eso? ¿Es como cuando aprendimos que los planetas más cercanos al Sol se mueven más rápido?



Vera Rubin :

Estás pensando en la dirección correcta. Kepler y Newton nos enseñaron que entre más lejos esté un planeta del Sol, más lento éste orbita. Kepler y Newton. Yo esperaba encontrar algo similar en las galaxias —las partes externas moviéndose más lentamente que las partes internas.

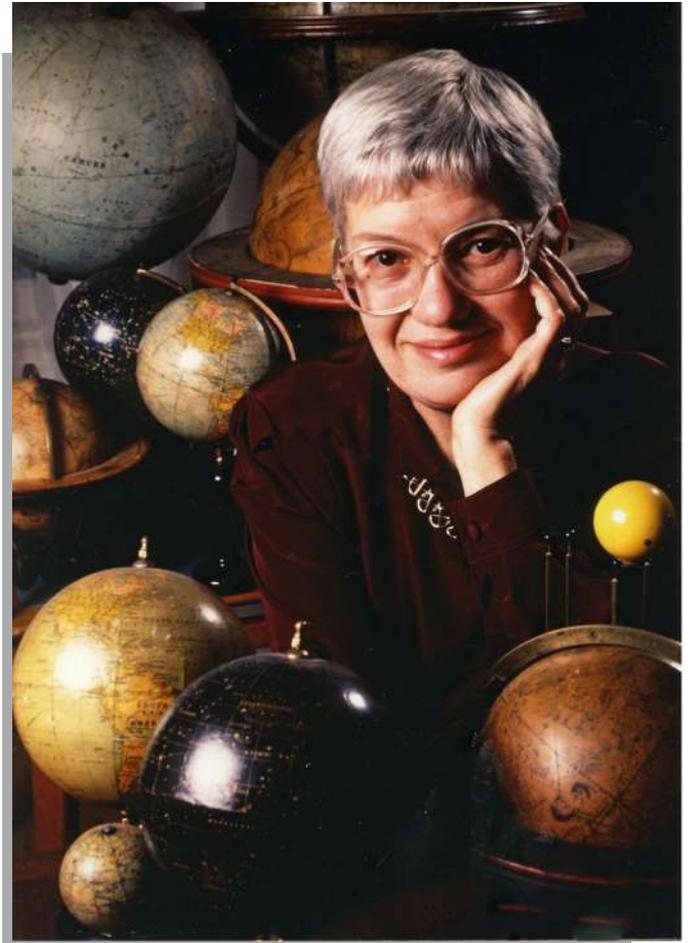


Figura 5: Vera C. Rubin. Imagen cortesía de Mark Godfrey (fotógrafo).

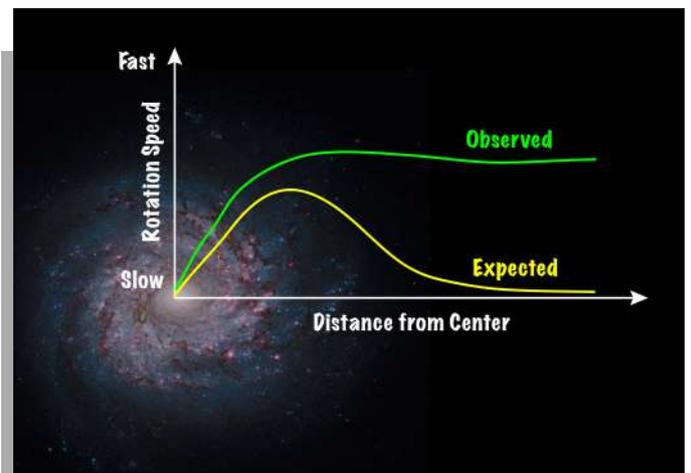


Figura 6: Curva de rotación de una galaxia prevista y observada de una galaxia espiral. La materia oscura es necesaria para explicar la curva de rotación 'plana' incluso para las estrellas localizadas a distancias muy grandes del centro galáctico. Credito: www.resonance.is

 **Estudiante 3 :**

¿Pero eso no fue lo que encontraste, verdad?

 **Vera Rubin :**

Exactamente, fue completamente lo contrario. Observa en el gráfico lo rápido que las partes de la galaxia rotan conforme a su distancia desde el centro, tú esperas que la velocidad de rotación disminuya —cuanto más lejos vayas, más lento la rotación debería de ser. Pero en lugar de eso, lo que observamos es que la velocidad de rotación se estabiliza.

 **Estudiante 3 :**

¿Qué significa eso?

 **Vera Rubin :**

Significa que las nubes de gas a los bordes de las galaxias se movían tan rápido, a veces incluso más rápido, que las partes más cercanas al centro, implicando que la atracción gravitacional es la misma a través de toda la galaxia. Esto era desconcertante ya que parecía haber menos estrellas y menos masa en dichos bordes.

 **Estudiante 4 :**

Entonces, ¿Cómo explicó lo que estaba observando?

 **Vera Rubin :**

Bien, si solo consideramos la materia visible—estrellas, gas, y polvo—mis observaciones no tenían sentido. Pero, si hubiese algo de materia invisible, ésto podría explicar la intensa gravedad que atraía a las nubes de gas.

 **Quark :**

¿Y es donde la materia oscura entra en juego, cierto?

 **Vera Rubin :**

Precisamente. La idea es que las galaxias están rodeadas por un halo de materia oscura, invisible para nosotros pero con suficiente fuerza de gravitación para afectar la rotación de las galaxias. De hecho, mis observaciones sugirieron que quizás haya cinco veces más materia oscura que materia visible en galaxias.

 **Estudiante 1 :**

¿Por qué le llamamos materia oscura?



Vera Rubin :

El término 'materia oscura' fue en realidad acuñado por otro astrónomo, Fritz Zwicky, allá por los años 1930s (mirar figura 7). Él estaba estudiando el Cúmulo de Coma, un cúmulo masivo de galaxias, y él notó algo peculiar.



Estudiante 2 :

¿Qué notó?



Vera Rubin :

Zwicky examinó las velocidades de galaxias individuales dentro del Cúmulo de Coma (mirar figura 8) y encontró que estas velocidades eran tan altas que excedían la velocidad de escape del cúmulo. Esto significaba que el cúmulo debiera haber sido inestable y estar desintegrándose, cuando claramente no fue así.



Estudiante 4 :

Entonces, ¿Él pensó que había materia invisible ahí?



Vera Rubin :

Precisamente. Él concluyó que debe de haber una basta cantidad de materia no visible dentro del cúmulo manteniéndolo unido por gravedad. Esta materia invisible es lo que él llamó en alemán 'dunkle Materie,' para 'materia oscura'. Sin embargo, los datos de Zwicky contenían grandes incertidumbres y otros físicos se mostraban escépticos.



Quark :

Estamos agradecidos por sus enseñanzas, Sra. Rubin. Ahora, estudiantes, pasemos de la teoría a la práctica. Es tiempo de regresar al laboratorio de acción, donde realizaremos experimentos para explorar los efectos gravitacionales de la materia oscura. ¡Prepárense para mirar algo de esta fuerza invisible en acción!

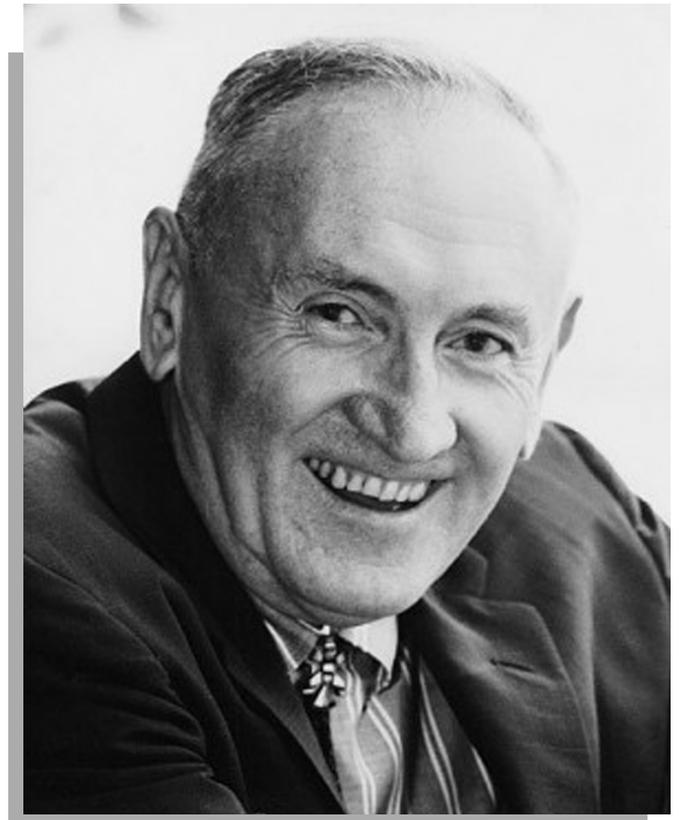


Figura 7: Fritz Zwicky. Crédito de la imagen: totallyhistory.

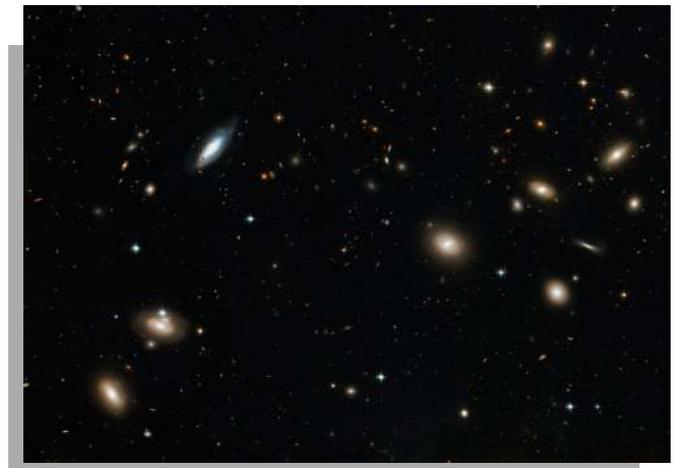


Figura 8: Cúmulo de Coma, extendiéndose a lo largo de varios millones de años luz. Todo el cúmulo esférico tiene más de 20 millones de años luz de diámetro y contiene miles de galaxias. Crédito de la imagen: NASA, ESA, y el equipo Hubble Heritage (STScI/AURA).

[Imágen extendida](#)



Laboratorio de Acción

Demostración: Lente Gravitacional



Objetivo :

Entender y observar los efectos de la lente gravitacional como evidencia de la materia oscura.



Tiempo de preparación : 5 minutos



Duración de la actividad : 10 minutos



Materiales necesarios :

- Lentes o base de una copa de vidrio (Figura 9).
- Impresión de la imagen del campo ultra profundo del Hubble (Figura 10)
- Papel cuadriculado



Observación :

- Haz un punto grande sobre el papel cuadriculado. Pida a los estudiantes que pongan la copa de vidrio sobre el papel cuadriculado y observa cómo ésta distorsiona tanto la cuadrícula del papel cuadriculado y el punto.
- Si el punto está centrado bajo la copa de vidrio, deberían ver un anillo. Si no está centrado, deberían de ver arcos.
- Coloca la lente o la base de la copa de vino en posición vertical sobre la impresión de la imagen del campo ultra profundo del Hubble. Observa las distorsiones de las imágenes a través del cristal.



Figura 9: base de una copa de vidrio sobre un papel cuadriculado

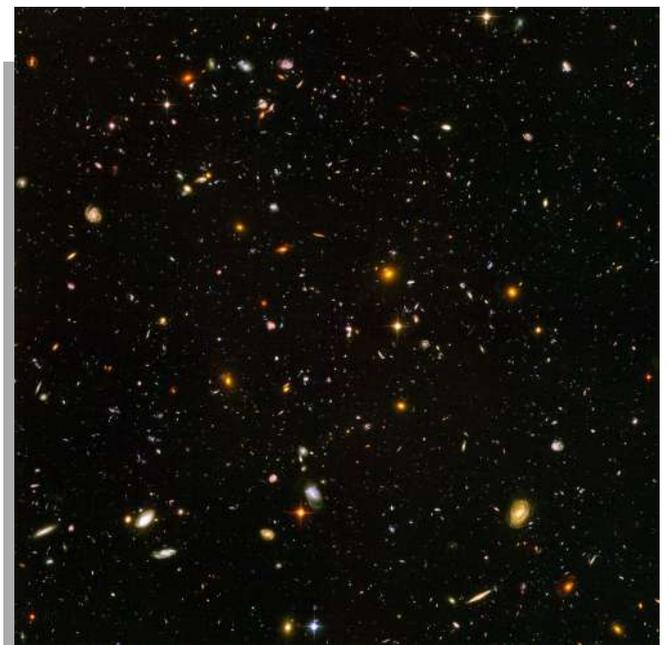


Figura 10: Impresión de la imagen del campo ultra profundo del Hubble.

Demostración and Discusión :

Profesor :

Hoy, tendremos un experimento fascinante para entender cómo la materia oscura influye sobre la luz. Aquí, tenemos lentes y una impresión del campo ultra profundo del Hubble. ¿Qué pasa cuando colocamos la lente sobre ésta?

Estudiante 1 :

La imagen se distorsiona, como estirada y doblada.

Profesor :

¡Exactamente! Es similar a una lente gravitacional en el espacio. Imagina luz viajando a través del Universo desde una galaxia distante. Si no hay nada en el camino, la luz llega directo a nosotros. Pero, ¿Qué pasa si hay un cúmulo de galaxias—y materia oscura—entre nosotros?

Estudiante 2 :

¿Quiere decir que la materia oscura dobla la luz?

Profesor :

¡Eso es! La teoría de la relatividad general de Einstein, como aprendiste antes, nos dice que objetos masivos doblan el tejido del espacio-tiempo, y este incluye luz. Entonces, cuando la luz de una galaxia distante pasa por un objeto masivo, como un cúmulo de galaxias lleno de materia oscura, ésta se dobla.

Estudiante 3 :

Entonces, ¿Vemos a la galaxia en una posición diferente a la de donde actualmente está?

Profesor :

Precisamente. Si la galaxia, el cúmulo, y nosotros estamos perfectamente alineados, vemos lo que se llama anillo de Einstein ring—un círculo perfecto similar al que han observado cuando el punto está centrado debajo la base de la copa de vidrio. Pero, cuando moviste la lente o la base de cristal a un lado, el anillo se dividió en arcos.

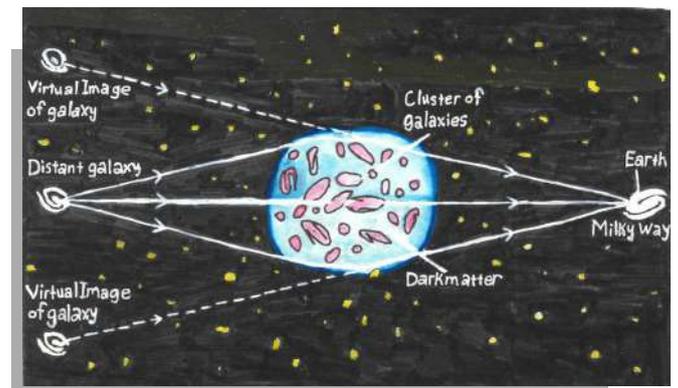


Figura 11: Lente gravitacional de una galaxia distante debido a un cúmulo galáctico cercano. Arte de Mikayla Kauinana.



Figura 12: Efecto de lente gravitacional. Crédito a NASA. Mira el gif a través de este [enlace](#).

Estudiante 4 :

¿Y éstos arcos nos dicen dónde está la materia oscura?

Profesor :

Así es. Analizando los arcos, podemos mapear la materia oscura en el cúmulo, incluso aunque no podamos verla directamente. Ésto es lo que los astrónomos hacen con las galaxias y cúmulos reales en el espacio. Ellos usan las distorsiones para "mirar" la materia oscura.

Estudiante 1 :

Es como ser un detective cósmico, encontrando pistas en la luz!

Profesor :

Eso es! Astrónomos estudiarón algo increíble llamado Cúmulo bala. Éste está aproximadamente a 3.5 miles de millones de distancia y consiste de dos cúmulos de galaxias colisionando. Cuando las galaxias colisionan, ellas tienden a atravesarse unas con otras como fantasmas. Pero, en los cúmulos, entre las galaxias, hay enormes cantidades de gas de modo que el gas de los dos cúmulos choca entre sí, y se calienta muchísimo. Tan caliente, de hecho, que el gas emite rayos-X.

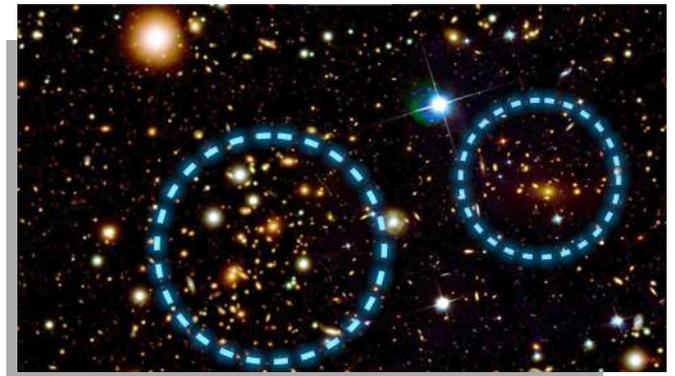


Figura 13: El cúmulo bala, un sitio donde dos cúmulos de galaxias colisionan. Crédito de la imagen a Veritasium.

Estudiante 4 :

Entonces, si ellas emiten rayos-X. ¿Significa que realmente podemos verlas?

Profesor :

Exactamente, astrónomos usan observatorios como Chandra, el cuál detecta rayos-X, para mirar el gas caliente. En el cúmulo bala, encontraron el gas justo donde se esperaba—entre las galaxias colisionando.

Estudiante 3 :

¿Qué nos dice esto acerca de la materia oscura?

Profesor :

Usando la técnica de lente gravitacional, los astrónomos pueden determinar con precisión donde la materia realmente está. Resulta que ésta no está en el centro con el gas; si no que está distribuida a los costados.

Estudiante 2 :

¿Entonces, la materia oscura no se ralentiza como el gas por qué no interactúa con él, verdad?

 **Profesor :**

¡Correcto! La materia oscura no interactúa con el gas ni con ella misma, por lo que simplemente sigue moviéndose lo que significa que hay más gravedad donde hay menos materia visible. Lo que implica que la mayoría de la masa, la materia que causa la lente, es materia oscura.

 **Estudiante 1 :**

¡Qué increíble! Entonces, ¿Podemos ‘ver’ la materia oscura por cómo la gravedad afecta a la luz que la rodea?

 **Profesor :**

Precisamente! Es como la sombra de la materia oscura en el espacio, invisible pero detectable a través de la luz jalada gravitacionalmente. Ésta observación del Cúmulo Bala es una de las mejores evidencias que tenemos para la existencia de la materia oscura.

 **Estudiante 4 :**

Si bien hemos visto los efectos de la materia oscura a través de la lente gravitacional, aún me pregunto: ¿De qué podría estar hecha?

 **Profesor :**

Teorías acerca de la naturaleza de la materia oscura van desde lo microscópico hasta lo masivo. Ésta podría ser partículas diminutas más pequeñas que cualquier cosa que conozcamos, o podría ser grandes objetos con la masa de cien soles.

 **Estudiante 2 :**

¿Cómo le hacen los científicos para buscar algo tan esquivo?

 **Profesor :**

Ellos se vuelven creativos. Un método involucra detectores subterráneos profundos en minas, donde esperan detectar una partícula de materia oscura que deja un rastro cuando colisiona con un material denso. Estas partículas son llamadas: Partículas Masivas de Interacción Débil (WIMPs, por sus siglas en inglés).

 **Estudiante 3 :**

¿Qué tal buscar en el espacio?

 **Profesor :**

Buen punto. Astrónomos también buscan en el cielo señales de partículas de materia oscura colisionando y liberando luz de alta energía, que los telescopios de rayos

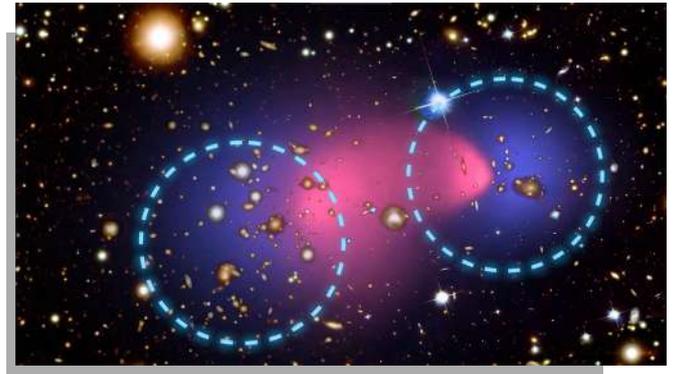


Figura 14: Cuando los cúmulos colisionaron, todo ese gas chocó en el medio, pero la materia oscura atravesó sin interactuar, creando la lente gravitacional más intensa. Crédito de la imagen a Veritasium.

gamma pueden detectar. Otro candidato para materia oscura pueden ser los Objetos Astrofísicos Masivos de Halo Compactos (MACHO, por sus siglas en inglés) tales como agujeros negros y estrellas de neutrones que emiten poca o nada de radiación.

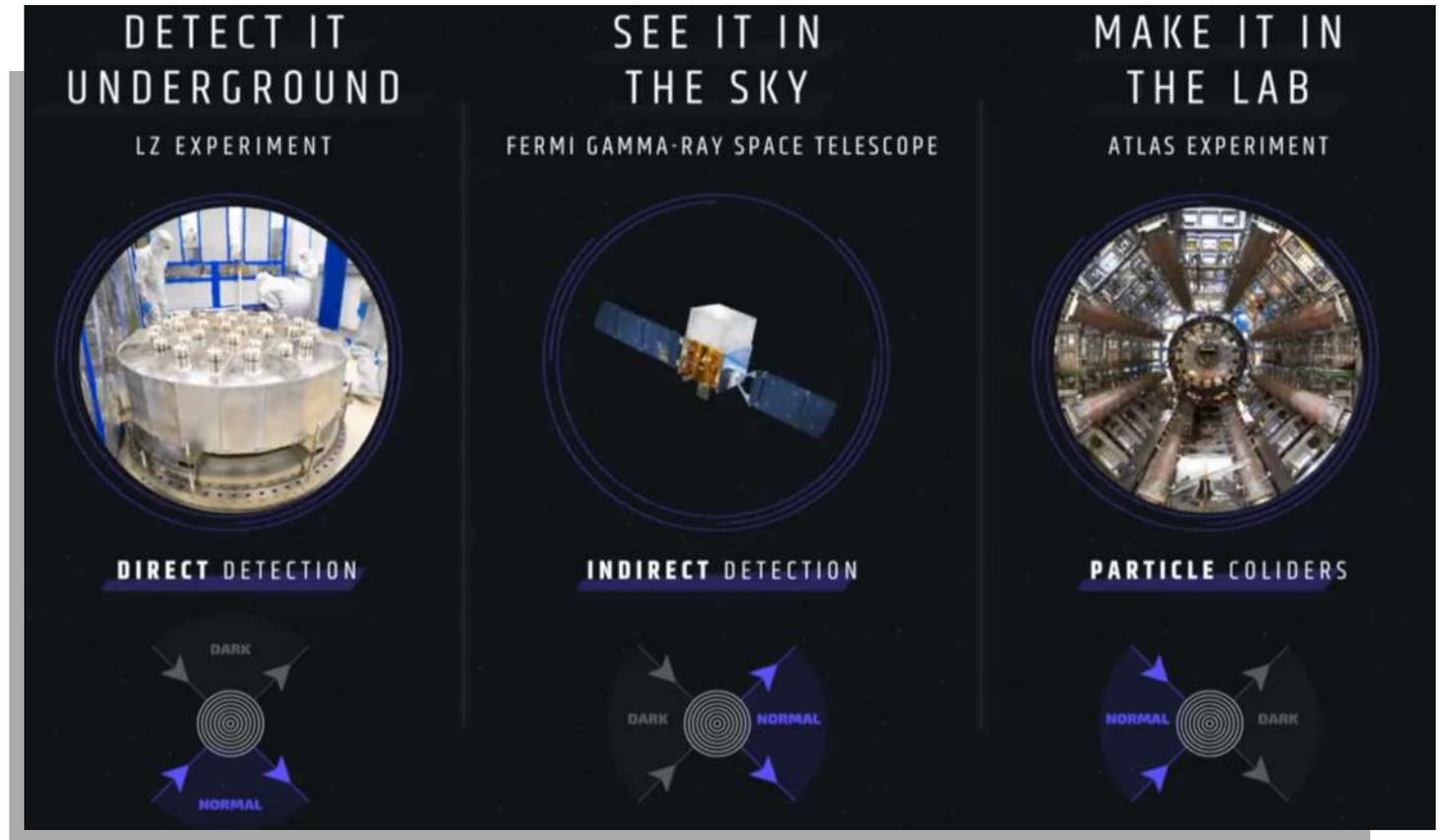


Figura 15: La búsqueda de Materia Oscura. Crédito de la imagen a Risa Wechsler.

Estudiante 4 :

Podríamos crear materia oscura aquí en la Tierra?

Profesor :

Esa es otra frontera. Usando aceleradores de partículas como el Gran Colisionador de Hadrones, Científicos intentan crear materia oscura haciendo chocar partículas entre sí y observando el resultado.

Estudiante 1 :

¿La han encontrado?

Profesor :

No exactamente. Hasta ahora, estos experimentos nos han dicho mucho sobre lo que la materia oscura no es. Pero el misterio de lo que es realmente sigue sin resolverse. La búsqueda de materia oscura es más que una simple búsqueda de otra componente cósmica; es un viaje que podría redefinir nuestro entendimiento de la física y nuestro lugar en el Universo. Es emocionante, una pregunta abierta que continúa cautivando a científicos y observadores de estrellas por igual. Para aquellos ansiosos por sumergirse más profundamente en este campo extenso, la sección Librería Cósmica ofrece un tesoro de conocimiento, esperando ser explorado.



Biblioteca C3smica



Videos :

[Shedding light on dark matter](#)

[The Absurd Search For Dark Matter](#)

[What Is Dark Matter? An Astrophysicist Explains](#)

[Dark Matter: Crash Course Astronomy](#)

[A Beginner's Guide to Dark Matter](#)

[Dark matter: The matter we can't see - James Gillies](#)

[Is Dark Matter Made of Particles?](#)

[The search for dark matter -- and what we've found so far](#)

[Neil deGrasse Tyson: What is Dark Matter?](#)

[The Dark Side Of The Universe – Brian Green](#)



Interactivo y Infografías :

[Gravitational Lensing by a Point Mass](#)

[How Do We See Dark Matter?](#)

[Dark matter infographic](#)

[PhD comic about dark matter](#)

[Jelly Bean Universe \(Dark Matter\)](#)



Sitios Web y Artículos :

[Dark Matter: Exploring the Origin of the Universe](#)

[Science Made Simple: What Is Dark Matter?](#)

[Dark Matter: NASA](#)

[What is dark matter?: Space.com](#)

[Dark matter - CERN](#)

[Annenberg Learner's Physics for the 21st Century: Dark Matter](#)

[How Gravity Warps Light](#)



Documentales :

[Mysteries of Dark Matter | Space Documentary](#)

[THE DARK SIDE - Black Holes And Invisible Matter | SPACETIME - SCIENCE SHOW](#)

Where Did Dark Matter And Dark Energy Come From?

BBC - Horizon - 2006 - Most of our universe is missing (Dark matter)

Dark side of the Universe – Discovery Channel



Quiz :

The Age of the Universe

Hubble- Lemaître law

Hubble's Law & Hubble's Constant



Glosario

Materia Bariónica: Materia ordinaria que forma estrellas, planetas y todos los objetos visibles en el universo, constituye aproximadamente el 5% de la masa y energía total del Universo.

Gran Explosión: La teoría que describe el comienzo del Universo como un punto denso, caliente y singular, The theory that describes the beginning of the universe as a singular, extremely hot and dense point, que desde entonces se ha expandido para formar el cosmos tal y como lo conocemos.

Cúmulo Bala: Un par de cúmulos de galaxias cuya colisión y los efectos gravitacionales resultantes proporcionan evidencia significativa para la existencia de la materia oscura.

Cúmulo de Coma: Un cúmulo de galaxias grande, cuyo estudio dado por Fritz Zwicky condujo a la hipótesis temprano de la materia oscura debido a las altas velocidades de las galaxias dentro de éste.

Fondo Cósmico de Microondas (CMB, por sus siglas en inglés): Radiación remanente de las primeras etapas del Universo, proporcionando evidencia para su origen y composición.

Energía Oscura: Una forma misteriosa de energía que compone aproximadamente el 70% de la materia-energía del Universo y es responsable de su expansión acelerada.

Materia Oscura: Una forma de materia que no emite o absorbe luz, constituye aproximadamente el 25% de la materia-energía del Universo y ejerce efectos gravitacionales sobre la materia visible.

Anillo de Einstein: Un fenómeno de lente gravitacional que produce un anillo circular de luz de un objeto distante, causado por la curvatura de la luz debido a la gravedad de un objeto masivo.

Curva de Rotación Galáctica: El gráfico de las velocidades orbitales de las estrellas en una galaxia en función de sus distancias radiales desde el centro de la galaxia, el cual condujo al descubrimiento de la materia oscura debido a las inesperadas curvas de rotación planas.

Lente Gravitacional: La curvatura de la luz de un objeto causado por la gravedad de objetos masivos como cúmulos de galaxias, usados para detectar y mapear la materia oscura.

Leyes de Kepler: Leyes que describen el movimiento de los planetas alrededor del Sol, las cuales influyeron en el estudio de la rotación galáctica y el descubrimiento de la materia oscura.

MACHO (Objeto Astrofísico Masivo de Halo Compacto): Una forma propuesta de materia oscura, consistiendo de objetos masivos como agujeros negros o estrellas de neutrones que emiten poca o nada de radiación.

Mecánica Cuántica: Una teoría fundamental en física que describe el comportamiento de la materia y energía a escalas atómicas y subatómicas.

Quarks: Partículas fundamentales que son los constituyentes de los protones y neutrones, los cuales juegan un rol importante en la formación del Universo temprano.

Espacio-Tiempo: Continuo cuadridimensional de espacio y tiempo en el cual existen todos los objetos en el Universo, como se describe en la teoría de la relatividad general de Einstein.

Líneas Espectrales: Longitudes específicas de radiación electromagnética emitidas o absorbidas por un átomo o molécula, utilizadas en observaciones astrofísicas.

WMP (Partícula Masiva de Interacción Débil): Una partícula hipotética que es un candidato para la materia oscura, la cual interactúa únicamente a través de la gravedad y la fuerza nuclear débil.

This article/publication is based upon work from COST Action CA21136 – “Addressing observational tensions in cosmology with systematics and fundamental physics (CosmoVerse)”, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

COST (European Cooperation in Science and Technology) is a funding agency for research and innovation networks. Our Actions help connect research initiatives across Europe and enable scientists to grow their ideas by sharing them with their peers. This boosts their research, career and innovation.

www.cost.eu

