



06/11/2017

El lado oscuro del Universo

TXT [MARTÍN GAMBOA](#) IMG [WALTER MONTES DE OCA](#)

¿Qué es la materia oscura? ¿De dónde surgió esta idea?

Estudiar algo es, también, darle nombre. **Le decimos ‘marco teórico’ a la base del lenguaje que después utilizamos para describir los modelos de la porción de realidad que intentamos estudiar.** Fue durante los siglos XVIII y XIX que se consolidó la construcción de ese sistema para la ciencia occidental como actualmente la conocemos. En ese proceso, lleno de intereses y conflictos, se cambió **la forma de ver el mundo, de interpretarlo, de pararse en él. La cosmovisión,** que le dicen.

El dolor más grande en esa transición fue pasar de vernos como gigantes en el centro del Universo –una idea europea y cristiana–, a vernos como diminutas personas en un remoto lugar de esa vastedad. Hasta el siglo XV dominaba una

fuerte corriente filosófica y cosmológica que tenía la Tierra como centro del Universo. La armonía cósmica permitía pensar que la Tierra se ubicaba en un lugar privilegiado en donde se dio la vida. Sin embargo, ya había planteos sobre la inmensidad del océano cósmico en el que estábamos sumergidos. Aristarco de Samos (siglo II a.C.) fue el primer pensador/filósofo/cosmólogo en el área científica europea –del que se tenga registro en occidente– en proponer que la Tierra giraba en torno al Sol, y que el tamaño del Universo era un poco más grande de lo que se creía hasta el momento. Pero sus ideas no fueron tan gratamente recibidas ni prosperaron sino hasta la mitad del milenio posterior.



Idea 'no tan tan gratamente recibida', descripción gráfica.

En los siglos XVI, XVII y XVIII se desarrollaron el modelo y el marco teórico que, junto con las observaciones, validaron la teoría heliocéntrica. Unos años después, Isaac Newton sentó las bases teóricas de la física sobre las cuales se construirían los modelos que permitirían un avance científico, en su afán de describir los fenómenos que se observan en el Universo. El tipo estableció los principios que permitirían explicar por qué los objetos caen con cierta velocidad; por qué una piedra –o cualquier objeto–, cuando es arrojado lejos, sigue una trayectoria parabólica; o por qué los cuerpos celestes orbitan unos a otros en órbitas elípticas, parabólicas, hiperbólicas; y un sinfín de etcéteras.

Ahora bien, Isaac no sólo fue capaz de eso, también se metió de lleno con el Universo que lo rodeaba. En un intento de mostrar la universalidad de su teoría, llamó a la ley que describe al movimiento de los cuerpos **Ley de gravitación universal**, que permitió explicar por qué el Sol, la Luna y los objetos celestes orbitan unos alrededor de otros. Pero acá surge una pregunta: Newton y sus

predecesores ¿tiraron todas las piedras para ver sus trayectorias?, ¿fueron a los diferentes planetas y a todos los objetos celestes para ver cómo se movían? Claro que no. **En ciencia se utilizan modelos, simplificaciones de lo que nos rodea, que nos permiten comprimir el Universo y ensayar respuestas ante diversas preguntas:** ¿Por qué los planetas aparecen a veces en el cielo, están un tiempo y se van? ¿Por qué tienen órbitas elípticas o circulares? ¿Cuánto tarda en caer un frisbee? **Una vez que sabemos qué es lo que se quiere estudiar, empezamos a construir un modelo. Luego, cuando le exigimos lo suficiente o mejoramos las técnicas de observación, el modelo puede fallar; ahí tenemos que ajustar o cambiar nuestro modelo.**

A lo largo de la historia surgieron preguntas sobre nuestro lugar en el mundo, cómo era el Universo y de qué estaba hecho. Y, claro, para responder preguntas se hicieron modelos. Sin embargo, **una de las cuestiones que no podían determinar al observar el cielo era la *naturaleza* de unos objetos nebulosos con forma de espiral.**

En la década del '20, dos astrónomos estadounidenses protagonizaron una serie de debates que se conocieron como **el Gran Debate**. El grupo de personas liderado por el astrónomo Harlow Shapley especulaba con la idea de que esos objetos nebulosos se encontraban dentro de la Vía Láctea, que además pensaban como el límite del Universo. El otro grupo de personas, comandado por Heber Doust Curtis, defendía la idea de que eran objetos que estaban fuera de nuestra galaxia (o universo-isla, concepto propuesto originalmente en el s. XVIII por Immanuel Kant).

Ese debate pareció quedar 'resuelto' con el trabajo del sacerdote belga Georges Lemaître y las observaciones realizadas por Grace Burke y su esposo Edwin Hubble hacia el '25/'26. Lemaître fue el primero en hablar de que el Universo está en expansión, idea mal atribuida a Hubble, y el primero en hablar de la teoría del Big Bang. Hubble observó que en esos objetos nebulosos se encontraban cierto tipo de estrellas (estrellas que varían su brillo y permiten estimar distancias) cuya distancia necesariamente las posicionaba por fuera de nuestra galaxia. Es decir, que eran objetos extragalácticos. A partir de ese momento histórico, **nuestra galaxia**

‘dejó de estar sola’ para estar acompañada de cientos de millones de otras galaxias, de otros universos-islas.



Hasta acá todo bien, pero **¿qué tiene exactamente un Universo? ¿de qué hablamos cuando decimos ‘Universo’?** Para ordenarnos un poco, vamos a llamar Universo a... todo. Todo lo que vemos y no *vemos*. ¿Qué vemos? Mesas, computadoras, humanos, piedras, selvas, palitos de la selva, estrellas, planetas, nubes gigantescas de gas y polvo interestelar e intergalácticas, etc., etc.. **A todo esto que vemos, conformado por partículas con masa que se une hasta formar estructuras que van de lo microscópico a lo macroscópico, se lo conoce como materia bariónica** (o sea, formada por bariones). Entonces sabemos que somos capaces de ver cosas, es decir, que existe algo que transporta la información de un objeto a otro y que no necesita de nada más que un espacio y un tiempo (un espacio-tiempo) para viajar: la luz; somos capaces de observar cosas porque **todo objeto emite al menos un poco de radiación**.

Si nos detenemos acá y miramos para todos lados que se nos ocurra, parecería que está todo piola y que no hay nada que se nos haya escapado en nuestro modelo. Pero, ya vimos lo que le pasa a los modelos con el tiempo.

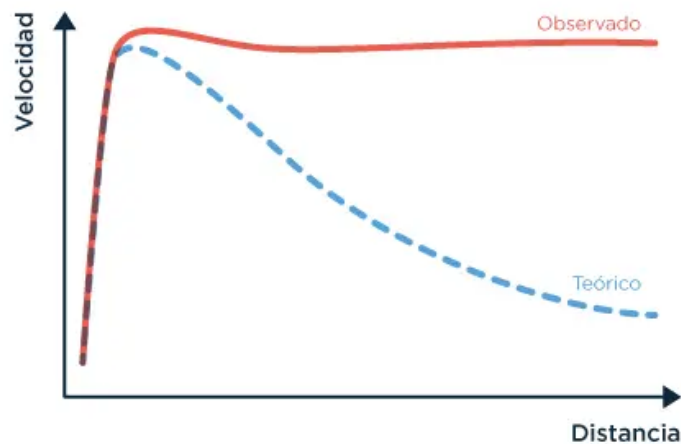
A principios del siglo XX, Einstein –y al parecer también Mileva Marić, su esposa– desarrolló (desarrollaron) la Teoría de la Relatividad General, la cual modificó la forma en que se pensaban el espacio y el tiempo, para pensarlo como espacio-tiempo. A partir de esta idea, la influencia gravitatoria de un cuerpo sobre otro puede esquematizarse de la siguiente forma: imaginemos una sábana que se

mantiene estirada (representando el espacio-tiempo en el que vivimos); ahora pongamos un objeto pesado en el centro. ¿Qué ocurre? La sábana se hunde allí. Lo siguiente que podemos hacer es impulsar pelotitas para que giren en torno a ese objeto central. La velocidad a la que girarán sin caerse hacia el centro va a depender de qué tan cerca se encuentren al objeto central.

Mientras más lejos, más lento girará la pelota sin precipitarse ya que la influencia gravitatoria del objeto central es menor. Lo mismo ocurre con la Tierra-Luna, con la Tierra-Sol, y así hasta los objetos más alejados de la Galaxia (estrellas o asociaciones de estrellas) con respecto al centro de la Galaxia, ¿no cierto?

NO.

En 1933, el astrónomo búlgaro Fritz Zwicky observó un cúmulo de galaxias (Cúmulo de Coma) y encontró que sus movimientos no se condecían con lo esperado según la cantidad de materia que observaba. Medio que no le daban las cuentas porque **se necesitaba más materia para que esas galaxias se movieran de la forma en que lo hacían**. A medida que nos alejamos del centro de la galaxia (Distancia=0), la velocidad de un objeto en movimiento que predice la teoría aumenta y luego comienza a descender. Pero lo que observamos en la práctica es que la velocidad se hace constante aún alejándonos mucho del centro de la galaxia.



Velocidad de desplazamiento de un objeto celeste en función de la distancia al centro de la galaxia. A medida que se aleja, esperaríamos que la velocidad bajase, pero eso no pasa. Marche un parche para nuestra teoría.

Si dijimos que la teoría predice que mientras más nos alejamos de un objeto más lento vamos, entonces **hay algo en nuestra teoría que no está bien**. ¿Hay que tirarla al tacho? ¿O es acaso un modelo incompleto? **¿Y si suponemos que en realidad hay más masa de la que podemos ver?** Señores y señoras, con ustedes, **la materia oscura: una porción de masa teórica que no vemos, pero que asumimos que está ahí, por ahora, más que nada porque sirve; un agregado *ad-hoc* que se le hace a la materia ordinaria para que la teoría actual coincida con lo que observamos.**

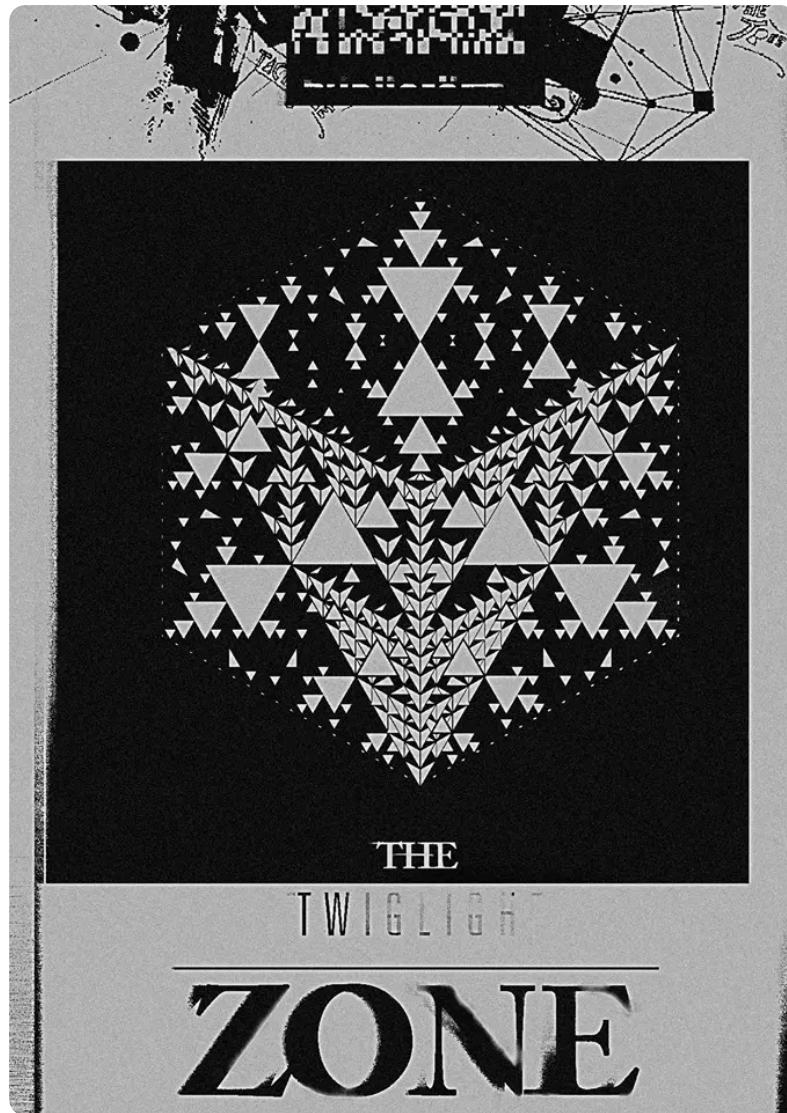
Otra evidencia de la existencia de la materia oscura, diferente a la curva de rotación de la galaxia que vimos arriba, la podemos obtener si le sacamos una foto a una pequeña porción del Universo.



¡TIENE CARITA!

Esta es otra rotunda prueba de que el Universo se ríe de nosotros. OK, la sonrisa en sí no, pero que exista, sí. Esa luz que se ve extendida (los bordes de la carita) es la luz de galaxias que están por detrás de esas dos galaxias (lojitos). La masa de las galaxias desvía la luz y le da esas formas simpáticas. El ángulo de ese haz de luz desviado depende de la masa de las galaxias. Haciendo algunas cuentas se encuentra que, para que se quiebre de la forma en que lo hace, es necesario que tenga más del 90% de la masa que se observa. Por lo tanto, **hay masa que tiene que estar ahí, que interactúa con la luz, pero que no estamos viendo.**

Por otro lado, todas las galaxias en el Universo están rodeadas por un halo. Ese halo, se cree, es el que tiene la mayor proporción de materia oscura de la galaxia. Esta hipótesis coincide con el gráfico en el que se observa que **la separación entre lo observado y lo teórico se da cuando nos alejamos del centro galáctico.**



Hace dos años hicimos 30 días de ilustración con [La Vuelta al Mes en 30 Ilustradores](#), y a Kmylo Darkstar (pobre) le tocó 'materia oscura'. Porque nada exige tanto a un artista visual como representar aquello que definimos por su incapacidad de ser visto.

¿Por qué materia y por qué oscura? La materia es aquello que está en una región del espacio-tiempo, posee una cierta cantidad de energía y por ende está sujeto a cambios en el tiempo y a interacciones con aparatos de medición. También dijimos que la velocidad de los objetos depende de la masa del objeto central. Entonces, si observamos que un objeto tiene más velocidad de la que predecimos con la teoría, el objeto central tiene que tener más masa; por lo tanto **la materia oscura tiene masa e interactúa con la materia que sí vemos. Le decimos oscura porque no podemos observarla directamente.** *Oscuro*, entonces, es una

definición que depende de nuestra incapacidad de ver y no de una característica intrínseca.

La observación y detección de las galaxias es algo relativamente nuevo ya que las conocemos desde hace menos de 100 años, que en la historia humana es más bien nada. Como dijimos antes, en la década de 1920 se dieron varias discusiones conocidas como el Gran Debate. Este Gran Debate lo cerraron Grace Burke, Edwin Hubble (esposo de Burke) y el sacerdote belga Lemaître: se que esos objetos nebulosos se encuentran fuera de nuestra galaxia. Posteriormente se vio que las galaxias se alejan unas de otras: el Universo está en expansión, lo cual también se contradice con lo que conocemos de la Gravitación, en donde las cosas tienden a caer unas sobre otras (se atraen). **¿Cómo puede ser que todo se separe de todo (hablando a gran escala, entre cúmulos de galaxias y distancias gigantes) si la Gravitación habla de que las cosas se atraen?** Eso nos lleva a agregar la idea de **Energía Oscura** a nuestra receta del Universo, y es todo lo que diremos en esta nota sobre la Energía Oscura. Pero, spoiler alert, tiene la mismo temita *ad hoc* y la misma *oscuridad* que la materia oscura: la agregamos para que cierren algunos modelos.

Ahora bien, **si la materia oscura es materia, tiene que estar hecha de partículas; pero ¿qué tipo de partículas la constituyen?** Actualmente, una propuesta es que la materia oscura está formado por las llamadas Partículas Masivas que Interactúan Débilmente (WIMPs por sus siglas en inglés). Como su nombre lo indica, interactúan débilmente con la materia pero, como son masivas (o sea, tienen masa), si tenemos muchas vamos a notar su presencia a través de la interacción gravitatoria que ejercen sobre la materia que sí vemos (materia bariónica). *Dato local al margen: se está planificando instalar un laboratorio en la cordillera (proyecto ANDES) cuyo objetivo es detectar este tipo de partículas.*

Poniendo en cantidades y porcentajes todo lo que venimos diciendo: el modelo del Big Bang estima que nuestro universo se compone de **~4% materia bariónica (caniches, personas, átomos, electrones, estrellas, planetas), ~27% de materia oscura y un ~68% de energía oscura.**

O sea, existen miles de millones de galaxias, cada una tiene millones y millones y millones de kilómetros de diámetro en donde entran miles de millones de estrellas, nubes de gas y polvo gigantescas, con sus planetas y posibles civilizaciones. Pero todo eso es materia bariónica que sólo ocupa cerca del 4% del contenido del Universo. En otras palabras, **no tenemos ni idea de qué está hecho más del 95% de nuestro Universo**.



En la historia de la ciencia se han dado múltiples situaciones en las que proponemos partículas o fluidos hipotéticos (como el famoso *éter*), o agregamos *ad-hocs* a los modelos para que todo cierre. Por ejemplo, algunas de las tantas teorías del Big Bang se construyen usando la teoría de la relatividad general, y en esos modelos cosmológicos es necesario agregar *ad-hoc* una cierta cantidad de materia oscura para que las teorías que usamos coincidan con las observaciones. Sin embargo, existen modelos que se construyen utilizando teorías alternativas a la relatividad general, como las teorías 'efe de erre' ($f(R)$). Sin meternos a fondo con esto porque es un (otro) bardo, estas teorías alternativas modifican algunos aspectos matemáticos de la Relatividad General (en particular el llamado escalar de Ricci -'erre'-) y permiten explicar la discrepancia teoría-observación en las curvas de rotación galáctica sin necesidad de agregar materia oscura.

Por suerte, basta con que una sola persona (o un conjunto de personas, por supuesto) dé un paso para destrabar el avance, ya sea elaborando una nueva física que no necesite de éter o encontrando, aunque a veces tardemos, las partículas soñadas.

elgatoylacaja.com/el-lado-oscuro-del-universo

Sumate en 
eglc.ar/bancar