

LA ENERGÍA OSCURA

UN ASUNTO POCO CLARO

José Picans*

Para quienes no ansían sino ver, hay luz bastante; más para quienes tienen opuesta disposición, siempre hay bastante oscuridad.

(Blaise Pascal (1623-1662), *Penseés, Sección I, XI APR*)

La mayor de las incógnitas humanas, al menos desde el punto de vista de la extensión que abarca la pregunta, es el origen y evolución del universo.

Con la palabra ‘universo’ denominamos a todo lo que existe materialmente, o sea, incluye el espacio, el tiempo y toda otra forma de materia, conocida o por conocer.

Las teorías sobre el surgimiento, composición y evolución del universo han abundado a través de la historia humana, y en dependencia de la época y las culturas, han progresado, desde las ideas más pueriles hasta las concepciones científicas más complejas que manejamos en la actualidad.

Pero la comprensión cabal del universo tiende a ser esquivada, quizás por el hecho de tratar de comprender todo lo que existe utilizando para esto solo una pequeñísima parte del mismo sistema que se estudia... cuanto más avanzamos hacia su comprensión, más preguntas que respuestas encontramos.

La teoría más moderna y el error del genio

Con el enunciado de la Teoría General de la Relatividad de Einstein en 1915, la humanidad adquiere la herramienta más moderna y

potente para desvelar los secretos del universo.

Esta teoría explica, de la manera más exacta conocida hasta hoy, la interacción gravitatoria de la materia dentro del universo.

Cuando Einstein formuló la Teoría General de la Relatividad, se pensaba que el universo estaba estático, es decir, no habría en él una tendencia preferente de movimiento. Como la llamada “ecuación de campo” de la relatividad general, que es la ecuación que relaciona la gravedad con la materia en el espacio-tiempo, describía un universo no estático (en expansión o contracción), Einstein introdujo

forzadamente una constante llamada “constante cosmológica” que permitía solucionar dicha ecuación para un universo estático.

Años más tarde el astrónomo norteamericano Edwin Hubble demostró que el universo realmente estaba en expansión, dando fundamento al modelo del Big Bang para la explicación de su origen y evolución, que constituye la teoría más aceptada al presente.

La probada expansión del universo dio como resultado colateral que Einstein reconociera la introducción de la constante cosmológica como el mayor error de su carrera científica.

La interacción gravitatoria es la acción recíproca que experimentan los objetos con masa que están sometidos a la fuerza de gravedad o gravitación.

Clásicamente la interacción gravitatoria se describe como la fuerza atractiva que experimentan dos objetos y cuyo valor es proporcional al producto de las masas de los objetos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos.

La interacción gravitatoria es siempre atractiva y de alcance infinito, aunque su fuerza decae rápidamente con la distancia.

La Teoría General de la Relatividad de Einstein plantea un nuevo enfoque geométrico de la interacción gravitatoria. Para esta teoría el espacio y el tiempo están unificados en un continuo llamado espacio-tiempo, dentro del cual se desarrollan todos los eventos del universo. Esta teoría plantea que la interacción gravitatoria produce deformaciones del espacio-tiempo creando un efecto análogo a pozos dentro del cual se encuentran los objetos y cuya profundidad depende de la masa de estos, entonces la interacción gravitatoria produce en los objetos un movimiento de atracción similar a como si estos ‘cayeran’ en pozos de espacio-tiempo.

Pero las mentes geniales son quizás un misterio más grande que el propio universo y hay que prestarles atención hasta en sus errores, como veremos más adelante.

La oscuridad en el universo

Para cualquier persona el concepto de oscuridad está intuitivamente relacionado con la luz visible y por lo tanto le es completamente familiar. De hecho vivimos nuestra vida a medias entre luz y oscuridad, debido a la rotación de la Tierra y la consecuente sucesión de días y noches. Por lo tanto, a nadie extrañaría que parte de la materia del universo no emita o refleje luz visible y se la pueda denominar como ‘oscura’.

Sin embargo, más allá de nuestra intuición, hasta el presente, la mayoría de la materia que conocemos se propaga en el espacio-tiempo emitiendo o reflejando luz, en forma de radiación electromagnética, aunque dicha radiación no sea necesariamente visible.

Esta condición de la materia ha sido hasta hoy imprescindible para poder singularizarla y denominarla como ‘materia’, ya que mediante la detección de estas radiaciones es que podemos percibirla.

Entonces podemos decir que

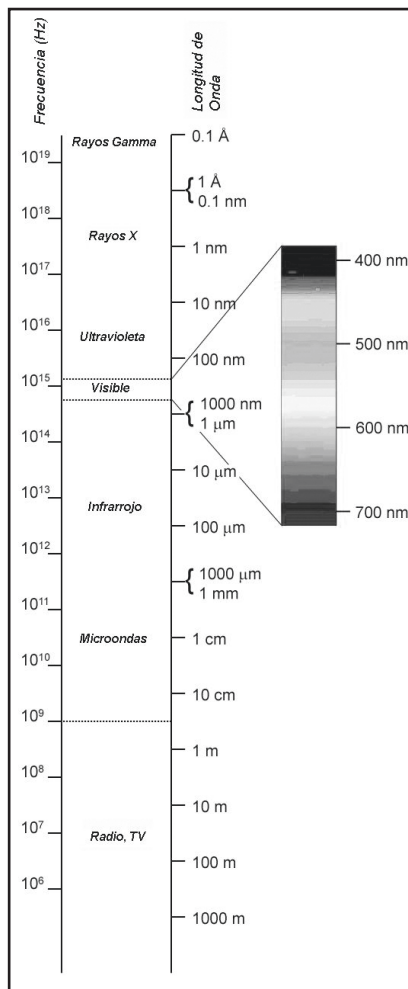


Fig. 1. Espectro electromagnético (Modificado de Louis E. Keiner – Coastal Carolina University).

para los científicos toda la materia conocida en el universo ha sido básicamente ‘luminosa’ en el sentido de que emite o refleja radiación

electromagnética y gracias a ello ha sido posible detectarla. Según lo anterior, podríamos definir la ‘oscuridad’ en el universo como las zonas donde no se detecten cambios en la radiación electromagnética, lo que supondría *a priori* la ausencia de materia.

Hay sin embargo otras formas de interacción de la materia con la radiación electromagnética, que no necesariamente se basan en la emisión o reflexión. Un ejemplo de esto es el desvío que se produce en la trayectoria de la radiación debido a la fuerza gravitatoria cuando dicha radiación pasa cerca de un objeto muy masivo. Este efecto es también llamado “lente gravitacional”.

De esta forma, cuerpos totalmente ‘oscuros’ pueden ser detectados por su efecto en la radiación electromagnética circundante.

La materia oscura

Recientemente los científicos están empezando a tener evidencias cada vez mayores de la presencia de gran cantidad de materia no detectada en el universo.

Sucede que desde hace un tiempo las cuentas de la cantidad de materia detectada en el universo no cuadran con el comportamiento de las galaxias y otros cúmulos masivos de estrellas.

Al parecer, el movimiento observado de las galaxias solo puede ser explicado como resultado de la interacción gravitatoria de una cantidad de materia con masa mucho mayor de la que se ha podido detectar.

Se conjetura que esta materia no contabilizada, llamada ‘materia oscura’, no puede ser detectada por medio de la radiación electromagnética, ya sea porque no la emite o porque sería un tipo de materia desconocida que no interactúa con la radiación como lo hace la materia ‘normal’.

Esta ‘materia oscura’ sería de

La radiación electromagnética está formada por la interacción de campos eléctricos y magnéticos oscilantes que se propagan por el espacio en forma de ondas que transportan energía.

Al conjunto de toda la radiación electromagnética, clasificada según la longitud de onda, que es inversamente proporcional a la energía que esta transporta, se le llama “espectro electromagnético”.

Según el rango de longitud de onda (y por ende de energía) de la radiación electromagnética, esta recibe diferentes nombres.

Al rango de radiación menos energética se le llama ondas de radio mientras que al rango más energético se les llama rayos Gamma (*). Entre estos extremos hay diferentes rangos con nombre propio.

La luz visible es radiación electromagnética y ocupa solo una pequeña fracción del espectro electromagnético (ver Fig. 1).

Existen sensores para detectar todos los rangos del espectro electromagnético, aunque la radiación no sea visible.

(*). No consideramos los Rayos Cósmicos.

tipo masivo, o sea, formada por partículas con masa, al igual que la materia 'normal' conocida hasta el momento y como tal ejercería fuerza de atracción gravitatoria.

De existir este tipo de materia en el universo, sería mucho más común que la materia 'ordinaria' que conocemos, ya que la masa que falta en las cuentas de los científicos, según el comportamiento gravitatorio de las galaxias, es unas cinco veces mayor que la materia que pueden contabilizar actualmente (Fig. 2).

La existencia de la materia oscura está aún en discusión y poco se sabe de cierto sobre ella, aunque las evidencias indirectas de su presencia son tantas que hay gran cantidad de científicos trabajando actualmente para encontrarla.

Buscando en la oscuridad

Hay varias conjeturas sobre la composición que podría tener la 'materia oscura'.

Se piensa que una parte de esta podría estar formada por materia 'normal', compuesta por partículas subatómicas como los electrones, protones y neutrones, también llamada materia bariónica. La misma estaría agrupada formando cuerpos astronómicos masivos, relativamente pequeños y aislados, que emitirían muy poca o ninguna radiación y por lo tanto serían muy difíciles de detectar.

A estos objetos se los ha denominado comúnmente en la literatura científica como Objetos Astrofísicos Masivos de Halo Compacto o MACHOs de su acrónimo en inglés (Massive Astrophysical Compact Halo Object).

En la actualidad hay muchos científicos trabajando en la detección de este tipo de objetos, que utilizan básicamente el efecto de lente gravitacional, pero esta es una tarea sumamente difícil y al presente no se ha detectado una

cantidad apreciable de MACHOs como para justificar su importancia como componentes de la 'materia oscura'.

Otra de las conjeturas respecto a la 'materia oscura' es que podría estar compuesta de partículas no bariónicas desconocidas, que serían masivas y débilmente interactivas, llamadas WIMPs (*Weakly Interacting Massive Particles*). Las WIMPs solamente interactuarían muy débilmente con el átomo y con la gravedad. No interactuarían electromagnéticamente y por esto serían muy difíciles de detectar. Solo sería posible detectar el choque de estas con el núcleo atómico o con partículas subatómicas, pero observar experimentalmente estas colisiones es poco probable dadas las dimensiones de las partículas que intervienen, así que, pese a que hoy día están funcionando varios experimentos para detectarlas, esto aún no ha sido posible.

Así las cosas, hoy los científicos están a la búsqueda de la materia que faltaría para que las cuentas cierren y nada más y nada menos, la masa que falta es unas cinco veces la que han podido contabilizar en el universo; pero cuando las cosas lucen mal, se pueden poner peor...

Más que oscuro, oscurísimo

En el año 1998 observaciones astronómicas desvelaron un hecho que dejaría atónitos a los científicos: el universo se expandía a ritmo acelerado.

Las teorías más modernas y aceptadas del universo hasta el momento suponían básicamente dos casos para la evolución del universo, según fuera su masa total:

- Universo en expansión infinita, desacelerándose paulatinamente
 - Universo en expansión hasta detenerse y luego en contracción
- Nadie había considerado la posibilidad de un universo en expansión acelerada, pues va en contra de la teoría gravitatoria en la que se basan todos los modelos que podamos construir del universo.

Es conocido que la gravedad es la fuerza que rigiere la estructura y el desarrollo de todo el universo y esta fuerza es atractiva, así que no hay manera que provoque una aceleración en la expansión del universo.

Pero la evidencia de dicha aceleración es fuerte y en la actualidad bastante aceptada por los científicos, así que hubo que pensar en algo que pudiera producir dicha aceleración.

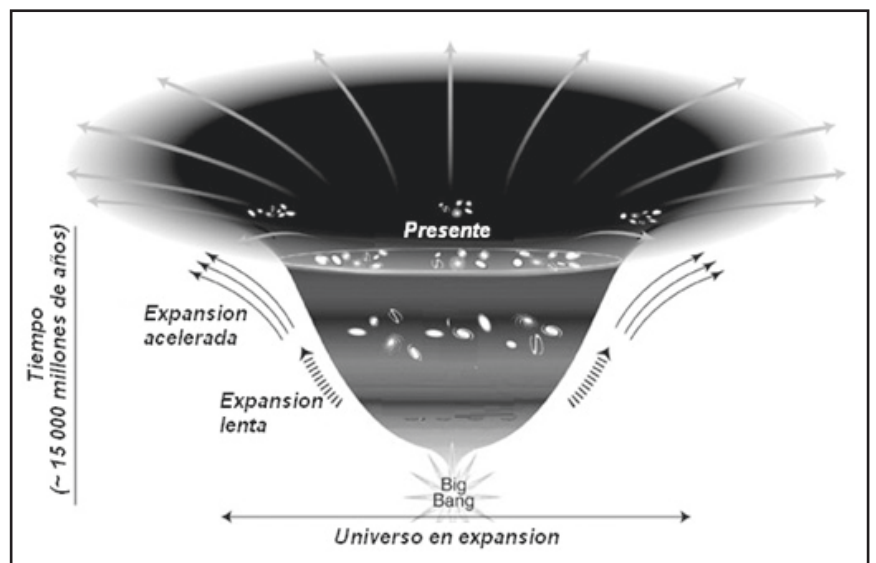


Fig. 2. Cambio en la velocidad de expansión del universo (modificado de NASA/STSci/Ann Feild).

La energía oscura

La llamada “energía oscura” es una conjetura de los científicos para explicar la causa de la expansión acelerada del universo.

La energía oscura llenaría todo el universo homogéneamente, no sería muy densa y ejercería una interacción repulsiva, también llamada presión negativa, sobre la materia.

Al presente no hay ninguna evidencia que tal energía exista y tampoco hay muchas pistas sobre dónde buscarla o de cómo estaría formada, pero de existir, constituiría el 70% de toda la materia del universo, por lo cual dilucidar este asunto es de crucial importancia para la ciencia.

Hay que hacer notar que la energía oscura es una conjetura bien diferente de la materia oscura y en común solo tendrían la oscuridad, o sea, la dificultad para detectarlas. Aunque hay algunas teorías que han tratado de unificarlas sin éxito.

La penumbra del vacío

Hay varias hipótesis de la naturaleza de la energía oscura. Una de ellas es que la misma sería una consecuencia intrínseca de la existencia del espacio, o sea, todo volumen de espacio (se sobrentiende como vacío) tendría una energía asociada, de efecto repulsivo sobre la materia y debido a la constante expansión del universo, dicha energía se incrementaría constantemente en la medida que se va ampliando el espacio. Este incremento acumulativo de energía repulsiva aceleraría la expansión del universo.

Ya en 1913 Einstein había notado que el espacio vacío no sería equivalente a la nada.

El vacío tiene asociada una energía intrínseca, o sea, por mucho que intentemos vaciar de materia una región del espacio, siempre queda en dicha región una energía remanente, imposible de eliminar,

a la que se le llama ‘energía del vacío’.

Con los grandes avances de la física en la rama de la mecánica cuántica, que estudia el micromundo, los científicos han profundizado mucho en el estudio de la energía del vacío y algunos han planteado la hipótesis que la energía oscura sería la energía del vacío, asociando dicha energía con la constante cosmológica, que Einstein había forzado en la ecuación de campo de la teoría general de la relatividad y que fue considerada como su mayor error científico.

De ser cierta la conjetura de que la energía oscura sería la energía intrínseca del espacio vacío, reflejada en la constante cosmológica, el mayor error de Einstein se convertiría en un acierto más de su genio, aunque por razones ajenas a su propósito inicial.

Sin embargo, esta explicación tiene importantes problemas. Uno de ellos es que hasta hoy los cálculos de la mecánica cuántica sobre la energía del espacio vacío arrojan diferencias abismales, ¡de más de 100 órdenes de magnitud! para el valor esperado de la constante cosmológica, en lo que se considera la peor predicción de la física en toda su historia.

El tenebroso quinto elemento

Otra explicación de la energía oscura sería que es un nuevo tipo misterioso de fluido de energía dinámica, o de campo muy ligero desconocido y del que no tenemos ninguna pista, que llenaría homogéneamente todo el universo.

A este fluido energético se le ha llamado “quintaescencia” en la literatura científica, en analogía al quinto elemento de los filósofos griegos.

La quintaescencia recuerda una vieja hipótesis de la física del siglo XIX, el llamado éter.

El concepto del éter surgió también indirectamente, por la necesidad de justificar el comporta-

miento de la materia, en este caso de las ondas electromagnéticas. Se creía entonces que dichas ondas necesitaban de un medio material para propagarse y basados en las características de la propagación de las mismas, se propuso un fluido extremadamente ligero y elástico que llenaba todo el universo y al que se le llamó éter, también por analogía con el quinto elemento de los griegos.

A finales del siglo XIX el famoso experimento de Michelson y Morley que trataba de probar la existencia del éter tuvo el resultado totalmente contrario y la idea del éter fue abandonada.

La oscuridad teórica

Una de las hipótesis sobre las incongruencias entre la teoría y el comportamiento del universo es que lo que está ocurriendo es la pérdida de validez de herramientas científicas de las que disponemos para estudiar la materia, principalmente la falta de validez de la teoría general de la relatividad de Einstein.

De ser así, tanto la materia oscura como la energía oscura podrían simplemente no existir y lo que se necesitaría sería reformular la teoría.

Si esto fuera correcto, nadie tiene idea de cómo sería la nueva teoría que esté acorde con los fenómenos inexplicados que se han observado en el universo. Hay varias hipótesis

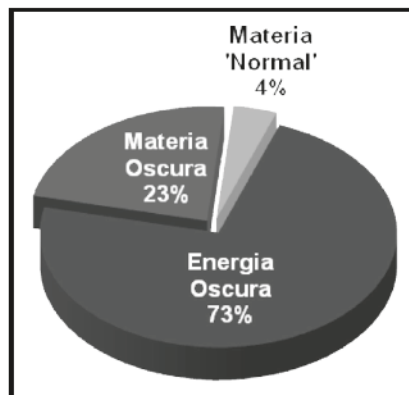


Fig. 3. Proporciones aproximadas de materia en el universo.

sobre el tapete y cada día se le suman más ideas, pero hasta el presente no se ha encontrado ninguna que explique convincentemente las incongruencias observadas.

La verdad está ahí afuera

Estamos en un momento tremendamente estimulante de la historia del conocimiento humano.

La teoría presenta incongruencias importantes con el experimento y generalmente las incongruencias teórico-experimentales han precedido a las grandes revoluciones en la ciencia, por lo cual lejos de desanimar, constituyen un gran estímulo a la imaginación y la inteligencia de los científicos y público en general.

Avanzar en la ciencia es frecuentemente como caminar hacia el horizonte, por mucho que andemos, éste se mantiene a la misma distancia, que de ninguna manera desmerita

Fuentes consultadas

<http://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-is-dark-energy/>
http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/mysteries_l1/dark_energy.html
http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/know_l1/dark_matter.html
http://imagine.gsfc.nasa.gov/docs/science/mysteries_l1/dark_matter.html
<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=what-are-dark-matter-and>
http://www.tendencias21.net/La-materia-perdida-del-Universo-estaria-a-400-millones-de-anos-luz-de-la-Tierra_a4442.html
http://www.tendencias21.net/La-energia-oscura-se-comporta-como-la-constante-cosmologica-de-Einstein_a795.html
<http://chandra.harvard.edu/photo/2004/darkenergy/>
<http://www.fcaglp.unlp.edu.ar/~scellone/SAC/Divul/MatOsc/MatOsc.html>
http://astroverada.com/_Main/T_darkmatter.html

el largo camino recorrido.

Una cosa es segura, el entretenimiento para las futuras generaciones está garantizado...

** CEMECA (Centro Mediciones Calidad), Comisión de Investigaciones Científicas de la Prov. de Bs. As. (CIC)*



MADECO

Materiales para la construcción



retak®

LA SOLUCION CONSTRUCTIVA



Calidad en nuestros productos

50 e/ 121 y 122
(1900) La Plata
Tel/fax: 483-7448

E-mail :: madeco@speedy.com.ar

- STOCK PERMANENTE EN TODA LA LINEA.
- ENTREGA INMEDIATA.
- ASESORAMIENTO TÉCNICO.
- PRECIOS COMPETITIVOS.
- SERVICIO DE POSTVENTA.
- SEGUIMIENTO DE OBRA.

