

ANTIGRAVEDAD COSMOLÓGICA

Extracto resumen de un artículo aparecido en la revista Investigación y Ciencia, del mismo nombre, del mes de marzo de 1999. El autor del artículo es Lawrence M. Krauss. Fué un número de la revista casi totalmente dedicado a la Cosmología, sin duda debido al anuncio del descubrimiento de que el Universo, en contra de lo esperado, se acelera. Ese descubrimiento, realizado en el 1998, fue calificado por la revista Science como el descubrimiento del año. El resto de los medios de comunicación –sobre todo los de masas- hicieron oídos sordos a este “notición”.

Desde el descubrimiento en 1929 por parte de E. Hubble de que el Universo se expande, se sospechaba que podría existir cantidad de materia suficiente en ese Universo capaz de casi frenar esa expansión (sólo casi), opuesta a la atracción gravitatoria “natural” entre las masas de cúmulos de galaxias, estrellas, planetas, polvo gas, etc. Dicho en términos einstenianos: parecía que el Universo era plano.

La del Universo plano es una geometría intermedia entre otras dos posibilidades: la “abierto” y la “cerrada”. En un cosmos donde la materia batalla con el impulso expansivo de la gran explosión, la geometría abierta es la victoria de la expansión: ésta proseguiría sin límite temporal. En el universo cerrado, ganaría la gravedad; el mundo acabaría por desplomarse sobre sí mismo de nuevo y terminaría en un ardiente gran implosión. Los órdenes de cosas abierto, cerrado y plano vienen a ser como lanzar un cohete más deprisa, más despacio o exactamente igual a la velocidad de escape. El Universo plano es uno de los postulados clave del modelo inflacionario, en donde se habla de un perfecto equilibrio de fuerzas.

Aunque el contenido visible del cosmos NO basta para pensar en un Universo plano, la dinámica celeste indica que hay mucha más materia que la percibida. Actualmente se la denomina “masa oscura”, de la que se sospecha existe en un 90 % como mínimo. Pero vistos los nuevos datos, ni tan siquiera esa materia oscura basta para producir un Universo plano, a no ser que existan otras formas “más exóticas aún” de materia/energía por estudiar y que poblaría el espacio vacío.

Tipos de materia	Composición probable	Indicio principal	Contribución aproximada a Ω
Materia visible	Materia ordinaria, compuesta sobre todo de protones y neutrones, que forma las estrellas, el polvo y el gas.	Las observaciones telescópicas	0.01
Materia oscura bariónica	Materia ordinaria demasiado oscura para dejarse ver, quizás enanas marrones o negras (objetos compactos de gran masa del halo, los MACHO)	Los cálculos de la nucleosíntesis en la gran explosión y la abundancia del deuterio observada	0.05
Materia oscura NO bariónica	Partículas exóticas como los “axiones”, los neutrinos con masa o las partículas de gran masa que interactúan débilmente (los WIMP)	La gravedad de la masa visible no basta para explicar las velocidades orbitales de las estrellas dentro de las galaxias y de las galaxias en los cúmulos.	0.3
“Materia oscura cosmológica”	La constante cosmológica (la energía del espacio vacío)	El fondo de microondas da a entender que el cosmos es plano, pero NO hay suficiente materia bariónica o no bariónica para que lo sea	0.6

La idea de esa forma de energía se inicia cuando Einstein completa su teoría de la relatividad 10 años antes del descubrimiento de la expansión para explicar que el universo NO se desplome bajo la acción de la gravedad. Einstein imaginaba un Universo estático e inmutable, por lo que agregó un término a sus ecuaciones que compensara a la gravedad. Si ese “término cosmológico” (Ω) tenía un valor positivo, el Universo estaba en expansión, actuando ese término introducido como un “factor antigraavedad”. Sin embargo, cinco años más tarde, Einstein abandonaría esa idea, indicando que había sido “la mayor pifia de su vida”

En relatividad, la fuente de las fuerzas gravitatorias es la energía. La materia no es más que una forma de energía. Pero el término cosmológico es diferente. La energía asociada a él NO depende, en absoluto, de la posición o del tiempo. La fuerza asociada a él sigue actuando aún en ausencia de materia o radiación. Su fuente, pues, sería una curiosa forma de energía que residiera en el espacio vacío.

Las primeras señales de vida de esta constante cosmológica surgieron al tratar de combinar las leyes de la mecánica cuántica con la relatividad, y muchos físicos como M. Dirac o R. Feynman demostraron que el vacío era mucho más complejo de lo que cabía suponer. Por lo pronto, resultaba que las partículas elementales podían brotar espontáneamente de la nada y desaparecer de nuevo, siempre y cuando fuese en un tiempo cuya brevedad impidiera la medición. Sin embargo, esas partículas virtuales producen efectos que pueden medirse en los átomos, alterando sus niveles de energía y creando fuerzas entre las placas metálicas neutras (efecto Casimir). La teoría de la partículas virtuales concuerda con las observaciones hasta el noveno decimal. Por tanto, guste o no, el vacío no está, después de todo, vacío.

Por tanto, surge la pregunta: *si las partículas virtuales son capaces de alterar las propiedades de los átomos, ¿serían capaces de afectar a la expansión del Universo?* En el año 1967 se mostró que la energía de las partículas virtuales, actuaría como la energía asociada a la constante cosmológica, pero apareció el problema de concordancia entre los datos previstos y los observacionales.

Existe, además, "el problema" de la edad del Universo. Este problema está íntimamente relacionado con el valor de la constante de Hubble, (mejor, con la inversa de esa constante) para la que por ahora, no existe un acuerdo definitivo. Los primeros cálculos que se hicieron daban un resultado para la edad del Universo, por debajo de la edad de muchas estrellas alojadas en cúmulos globulares. Esos cálculos de edad estelar se basan en la evaluación del ritmo al que las estrellas quemar su combustible nuclear. Era preciso, por tanto, ver si fallaban los esquemas explicativos de la evolución estelar, o por el contrario había fallos en la teoría cosmológica.

Cálculos de edades estelares realizados en 1995 dieron como resultado que las estrellas más viejas tendrían NO más de 12,5 millones de años. Esa cifra seguía sin concordar con la edad de un Universo plano, pues en él, esas estrellas no habrían tenido tiempo de llegar a su estado observado. Algo de luz sobre este asunto la aportaron las mediciones del satélite Hiparcos en 1997 arrojando datos que permitieron estimar la edad del Universo dentro de márgenes aceptables para con la edad de las estrellas. Sin embargo, la edad estimada del Universo por este método entra muy justo en los límites permitidos a partir de los cálculos estelares, lo que no de ja de ser, cuando menos, incómodo. Lo que sí parece poder abandonarse es la suposición de que vivimos en un Universo plano. La única forma de elevar la edad del Universo por encima de los 12.500 millones de años sería aceptar que el Universo No está dominado por materia, sino por una constante cosmológica. Así, la fuerza repulsiva resultante haría que la expansión de Hubble se acelerara con el tiempo, y las galaxias habrían estado, tiempo atrás, separándose más lentamente que ahora y habrían tardado más en ocupar su situación actual, con lo que el Universo sería más viejo.

En cualquier caso, lo que sí parece estar demostrado a partir de numerosas pruebas teóricas y observacionales, es que el Universo está lejos de ser plano, al menos en lo referente a su dependencia para con la materia convencional. Así las cosas, caben dos posibilidades: bien el Universo es abierto o el Universo es plano gracias a alguna forma adicional de energía que no está asociada con la materia ordinaria. Para optar por una u otra opción, se ha medido escrupulosamente el fondo de microondas con gran resolución, y al parecer es esa segunda posibilidad antes apuntada, la que parece estar dando resultados, si se hace intervenir la constante cosmológica. Los estudios en ese sentido para encontrar la contribución de la constante cosmológica, vienen, por un lado de las supernovas distantes (sondean directamente la velocidad de expansión, que depende de la diferencia entre la densidad de materia, que la frena, y la constante cosmológica, que puede acelerarla), y por otro, del fondo de microondas (que revela la geometría del Universo, y que es sensible a la densidad total de energía, sea cual sea su forma). De ambos frentes se deduce que la constante aporta del 40 al 70 por ciento de la energía necesaria para que el Universo sea plano.

La cosmología de este fin de siglo, sigue por tanto, sumido en la duda sobre el papel y valor de la constante cosmológica, llegando a proponer, incluso que ésta no sea constante. Existen numerosas corrientes de científicos que apuntan por variopintas interpretaciones y estudios, lo que da una muestra del nivel de importancia y casi ignorancia que el tema despierta. Lo que parece estar fuera de dudas, es que vivimos en un Universo abierto o en otro dominado por un tipo exótico de energía aún no descubierto que lo impregna todo. Las últimas pruebas parecen apuntar la segunda posibilidad.