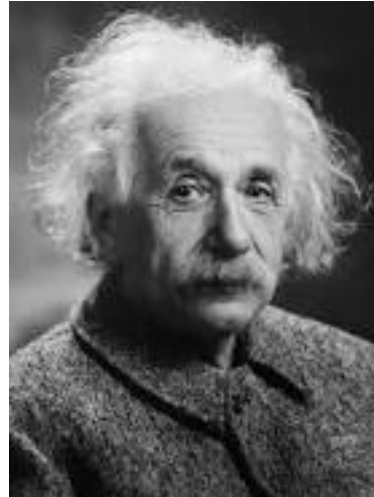


A VUELTAS CON LA ENERGÍA OSCURA

Por Manuel ALFONSECA

En un artículo anterior mencioné que Einstein introdujo un tercer término en el segundo miembro de su *ecuación cosmológica*, para intentar que dicha ecuación tuviera como solución un *cosmos estacionario*, que no se expandiera ni se contrajera. El intento no consiguió su objetivo, porque dicho cosmos estacionario habría estado en *equilibrio inestable*, y la menor variación le habría empujado a expandirse o a contraerse. El término en cuestión depende de una constante (Λ , la *constante cosmológica*), que fue introducida por las buenas y en realidad no sabemos lo que es.



Albert Einstein

$$\dot{R}^2 = \frac{2GM}{R} - kc^2 + \frac{\Lambda}{3}c^2 R^2$$

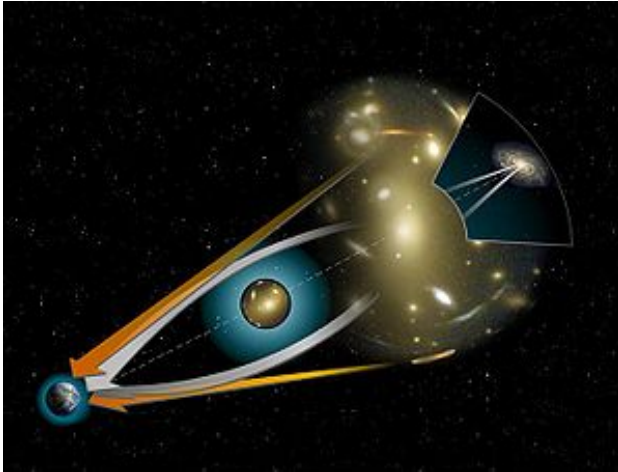
Ecuación cosmológica de Einstein

Durante la mayor parte del siglo XX, se dio por supuesto que *el valor de la constante cosmológica debía ser cero*. Con otras palabras, que el tercer término de la ecuación de Einstein no existía, que no era necesario. Sin embargo, en 1998 se descubrió que *el universo parece estar en expansión acelerada*. Al menos, eso parece indicar el estudio de las supernovas que aparecen en galaxias muy lejanas, a unos 1000 millones de años-luz de nosotros. Para explicarlo se resucitó el término de la constante cosmológica, pero *dando a esta un valor de signo contrario al que propuso Einstein*, para que *en vez de contrarrestar la expansión, la acelerase*. Esta propuesta se ha convertido en el modelo cosmológico estándar, en el que el primer término de la ecuación, que representa el efecto de la masa, cuenta actualmente como un 31%, mientras el tercero, el de la constante cosmológica, cuenta como un 69%. En este modelo, el segundo se considera nulo. Dejo aparte la cuestión de que el término de la masa tampoco cuadra, y ha sido preciso suponer que existe una materia oscura, que tampoco sabemos lo que es.

Algunos cosmólogos, sin embargo, no están de acuerdo con el modelo estándar e intentan ofrecer alternativas:

- Algunos piensan que la energía oscura no es necesaria, porque el efecto de la aceleración aparente puede explicarse en función de la granularidad del cosmos (el hecho de que haya enormes espacios vacíos, frente a otros abarrotados de galaxias). De acuerdo con la ecuación de Einstein, los espacios vacíos se expanden más deprisa que los que contienen mucha masa. Este fenómeno se llama *backreaction*, pero otros cosmólogos, más apegados al modelo estándar, sostienen que el efecto, aunque cierto, es demasiado pequeño para explicar la expansión acelerada. Y como no es posible experimentar con objetos reales, todos estos estudios se basan en simulaciones, que al tener que simular el universo entero, requieren unos recursos informáticos enormes.

Otra propuesta afirma que la expansión acelerada no existe en realidad, sino que *es el resultado de un efecto óptico*. Cuando se observan supernovas muy lejanas, su luz tiene que atravesar regiones intermedias donde hay agrupaciones de galaxias alternando con vacíos. Este viaje podría dar lugar a cambios en la dirección del rayo luminoso (*efectos de lente gravitatoria*) que, al llegar hasta nosotros, provocan una ilusión óptica, aparentando que hay aceleración donde no la hay en realidad. Estos efectos también se estudian mediante simulaciones, pero el problema es que dichas simulaciones no son bastante realistas, pues hay que simplificarlas para reducir los recursos informáticos necesarios, lo que disminuye su fiabilidad.



Lente gravitatoria

Algunas de las simulaciones reducen la magnitud del problema *colocando las galaxias en los vértices de una rejilla tridimensional*. Estas simulaciones parecen sugerir que la energía oscura podría no ser necesaria, pero no se consideran fiables, porque el universo no es una rejilla. Otros *aplican las ecuaciones de Newton en vez de las de Einstein*, porque son más fáciles de resolver, pero los efectos que buscamos podrían estar precisamente en las ecuaciones de la Relatividad General. Otros, finalmente, simplifican el espacio mismo, simulando *universos toroidales*, donde lo que sale por la izquierda entra por la derecha. Algunos estiman que las simplificaciones realizadas podrían dar lugar a errores importantes, del orden de un 10%, lo que podría afectar a los resultados y eliminar o reducir significativamente la expansión acelerada del universo.

A pesar de todo, la mayor parte de los cosmólogos siguen fieles al modelo estándar y creen en la existencia de materia oscura y de energía oscura, aunque no sepamos lo que son.

Y además de esto tenemos el problema pendiente de que los cálculos de la *constante de Hubble* realizados por distintos procedimientos no concuerdan. Pero esa es otra historia.

Manuel Alfonseca