

08

DESPUÉS DE EINSTEIN

Vicent Martínez

PERIODICO #394  
SEMANA 08.NOV.2005  
FEYALDO DE ARAGON

3 MILLENIUM

LIBROS  
Y WEBS

**Coles, Peter:** "Cosmology: A very short introduction". Oxford: University Press.

**Goldsmith, Donald:** "Einstein's Greatest Blunder". Harvard University Press.

**Harrison, Edward:** "Cosmology: The science of the universe, 2nd edition". Cambridge University Press.

**Kragh, Helge:** "Cosmology and Controversy". Princeton University Press.

**Martínez, Vicent; Trimble, V.; Pons-Borderia, M<sup>a</sup> Jesús:** "Historia del desarrollo de la cosmología". Astronomical Society of the Pacific.

[super.colorado.edu/~michaels/lambd/lambda.html](http://super.colorado.edu/~michaels/lambd/lambda.html) Sobre la constante cosmológica.

[www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm](http://www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm) Completa introducción a la Cosmología.

[map.gsfc.nasa.gov/m\\_uni.html](http://map.gsfc.nasa.gov/m_uni.html) La Cosmología y el fondo cósmico de microondas.

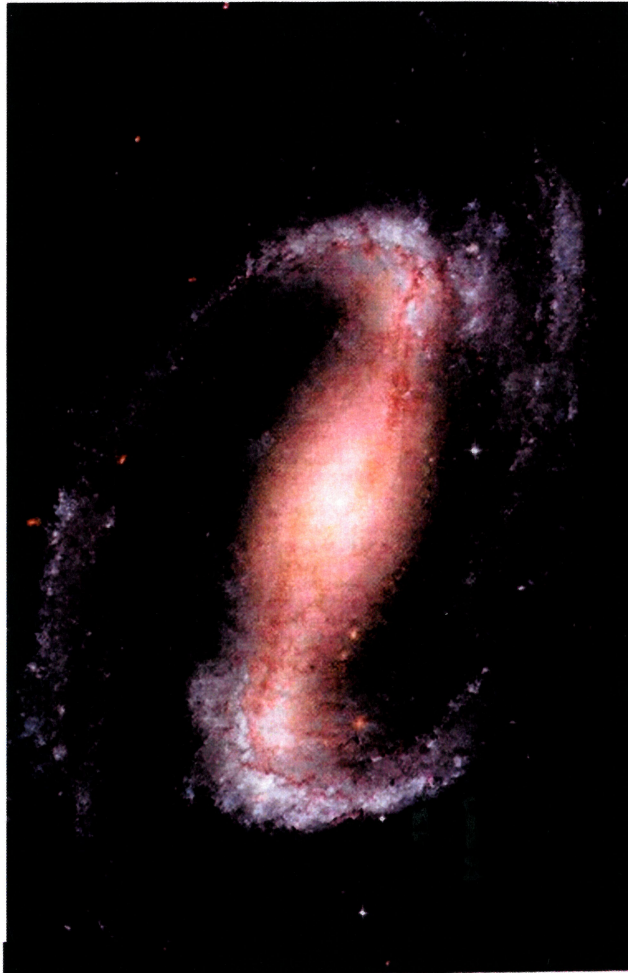


Imagen de una galaxia espiral tomada por el telescopio Hubble.

# COSMOLOGÍA

## >UNA CONSTANTE RESCATADA DEL OLVIDO

UNA DE LAS MAYORES CONTRIBUCIONES DE EINSTEIN A LA ACTUAL CONCEPCIÓN DEL UNIVERSO LE SUPUSO UNA DE SUS MAYORES DECEPCIONES: LA CONSTANTE COSMOLÓGICA, RESCATADA TRAS AÑOS EN EL OLVIDO, HOY ES FUNDAMENTAL PARA EXPLICAR LOS NUEVOS MODELOS DEL UNIVERSO.

**UNIVERSOS** Uno de los esfuerzos intelectuales que más agotó a Albert Einstein fue aplicar su Teoría de la Relatividad general a la descripción del Universo. En una carta que escribió a su amigo y colega Paul Ehrenfest, le llega a decir que "no he estado lejos de acabar recluso en un manicomio".

La Cosmología de Einstein nace de una aparente contradicción entre lo que viene dictado por las ecuaciones de la relatividad general: un posible universo dinámico y una imagen preconcebida de un universo estático. Los astrónomos de la época habían confirmado que los movimientos propios de las estrellas eran muy pequeños para que participasen de una expansión generalizada. Además, la imagen dominante del Universo era la de una gran galaxia que contenía todas las estrellas y nebulosas observadas.

Fiel a estos prejuicios, el universo de Einstein contiene una cantidad finita de materia y es estático. Para ello introdujo en sus ecuaciones la famosa constante cosmológica, que en sus propias palabras es "necesario sólo con el propósito de hacer posible una distribución de materia cuasiestática, tal como requieren las pequeñas velocidades de las estrellas". Esta constante contrarresta la atracción gravitatoria que ejercen materia y radiación, como una fuerza gravitatoria repulsiva. Las ecuaciones de Einstein explican cómo el contenido físico del Universo -la densidad de materia y energía- determina su estructura geométrica -la curvatura-. Einstein introdujo la constante cosmológica como un término geométrico: sería como el precio a pagar por disponer del espacio.

Fue el meteorólogo ruso Alexander Fridman quien, en 1922, resolvió las ecuaciones cosmológicas de Einstein obteniendo por primera vez un posible universo en expansión. Einstein no se convenció. De hecho, primero criticó el trabajo de Fridman, diciendo que había un error en sus cálculos. Aunque Einstein pronto reconoció que el equivocado era él, no pensó que fueran útiles para explicar el Universo real. Más tarde, en 1927, el clérigo Georges Lemaitre con unos planteamientos físicos llegó a conclusiones similares a las de Fridman. Pero sólo cuando el astrónomo Edwin Hubble, tras estudiar las velocidades de recesión de las galaxias, mostró en 1929 que el Universo está en expansión, Einstein abandonó la constante cosmológica, y se refirió a ella como "la mayor pifia de su vida". Le impidió predecir la expansión del Universo antes de su descubrimiento.

La expansión cósmica de Hubble fue uno de los pilares de la teoría del Big Bang. Su expansión se frena por la atracción gravitatoria de toda la materia en el Universo. Si la densidad supera un

cierto valor crítico, la expansión se frenará y el Universo colapsará, pero si la densidad es igual o menor a ese valor, la expansión durará por siempre. Este valor crítico es extraordinariamente pequeño, de 6 átomos de hidrógeno por metro cúbico. Precisamente el valor que surge del estudio de la radiación cósmica de fondo, un fósil de cuando el Universo tenía sólo 380.000 años que llega en forma de microondas.

Diferentes observaciones han determinado que toda la materia del Universo contribuye solamente al 27% de la densidad crítica, contando tanto la visible como la materia oscura. El otro 73% es lo que se llama energía oscura. Estudios de supernovas muy lejanas apuntaban en 1998 que el Universo podría estar acelerando desde hace unos 5.000 millones de años debido a esa energía oscura, una de cuyas causas podría ser algún tipo de constante cosmológica. Por ello los físicos han recogido la constante cosmológica de la papelera de Einstein, interpretada ahora como energía del vacío: la pifia monageneria del sabio alemán es la piedra angular de la Cosmología moderna.

VICENT MARTÍNEZ, OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA

GALAXIAS



■ Aunque la idea de un Universo formado por millones de galaxias es algo que hoy nos parece natural, no era así a principios del siglo XX, como podemos leer en el libro "The System of Stars de Agnes", M. Clerke: "la cuestión de si las nebulosas son o no galaxias externas no necesita discusión. Ha encontrado respuesta en el progreso de los descubrimientos. Ningún pensador competente, ante el conjunto de todas las evidencias, puede mantener que una nebulosa es un sistema de estrellas comparable a la Vía Láctea... Todos los contenidos de la esfera celeste, estelares o nebulosos, pertenecen a una única vasta agregación". Edwin Hubble se encargaría de desmantar esta concepción probando que la nebulosa de Andrómeda era un objeto extragaláctico y mostrando cómo las galaxias se alejan del observador a velocidades más grandes cuanto mayor es la distancia a la que se encuentran.