

El Big Bang se suele representar como una gran explosión que ocurre dentro del espacio, al inicio de los tiempos. Pero, en realidad, fue el espacio en sí el que surgió en el Big Bang y comenzó a expandirse. Ningún lugar del Universo fue el centro de la explosión: el Big Bang ocurrió en todo el Universo al mismo tiempo. GSFC-NASA

¿POR QUÉ HAY ALGO EN VEZ DE NADA?

> **EL COMIENZO** A los 10^{-43} segundos del nacimiento del Universo no existía ni materia ni energía; tan solo un miserable e ínfimo espacio vacío, increíblemente deformado y plegado sobre sí mismo conocido como 'falso vacío'. ¿Cómo hemos podido llegar, desde ahí, al complejo Universo que observamos en la actualidad? Muchos científicos piensan que el primer paso fue un fenómeno conocido como 'rotura de simetría', una transición muy

frecuente en sistemas que pierden energía o que se enfrían, como ocurre durante la solidificación del agua.

En el instante inicial de la formación del Universo, existía la simetría más perfecta que podemos imaginar: la nada. En rigor, los físicos piensan que existían campos asociados a partículas, pero con valor cero. Metafóricamente hablando, nuestro universo tenía una cuenta corriente, pero sin fondos. Trabajando en física de

partículas, en 1964 el teórico Peter Ware Higgs predijo la existencia de una partícula, llamada hoy bosón de Higgs, "capaz de surgir de la nada". Por alguna razón desconocida, el universo primigenio comenzó a expandirse muy, muy despacio. El enfriamiento asociado a este proceso provocó la primera rotura de simetría de la historia, que creó una cantidad enorme de bosones de Higgs, marcando el comienzo del Big Bang.

La confirmación experimental

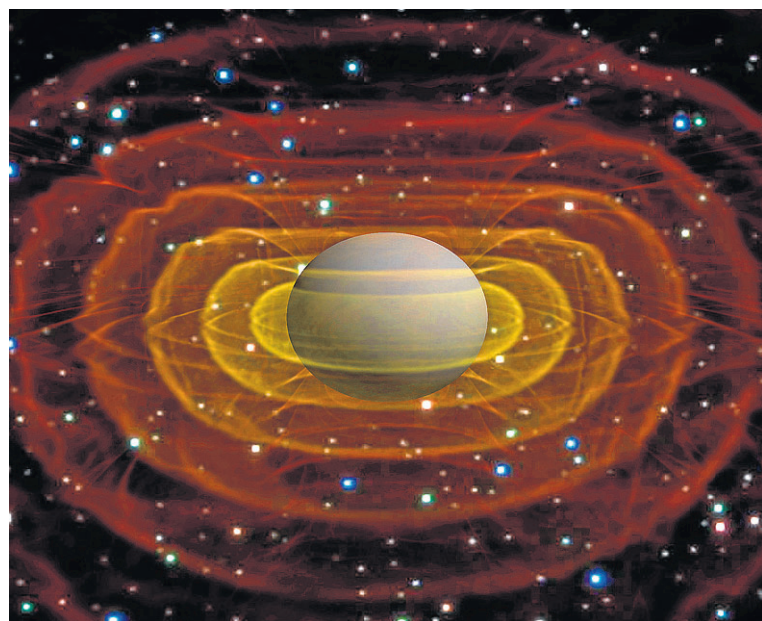
de la existencia y propiedades del bosón de Higgs, uno de los propósitos del gran acelerador de partículas LHC, cuya puesta en marcha ha sido noticia recientemente, sería el primer paso en firme para responder a "¿por qué existe algo en vez de nada?", una pregunta que parecía relegada a la metafísica.

MÁS INFORMACIÓN

matap.dmae.upm.es/Astrobiologia/Curso_online_UPC/Inicio.htm

¿EXISTEN LAS ONDAS GRAVITATORIAS?

> **UN PROBLEMA SIN RESOLVER** De igual forma que cuando nos sentamos en nuestra cama el colchón se deforma, la teoría de la Relatividad General establece que la masa de los cuerpos celestes deforma el espacio-tiempo alrededor suyo, y que esto es lo que interpretamos como fuerza de la gravedad. En nuestra cama, esa deformación se extiende por toda la superficie del colchón. En el inmenso colchón que es el Universo, la deformación se extiende hasta el infinito. Pero ¿qué ocurre si cambiamos el culo de sitio? Ahora la deformación es algo diferente, pero no se transmite a todo el colchón instantáneamente, sino que lo hace a la velocidad del sonido en el colchón. De igual forma, cuando un planeta cambia de posición, la nueva deformación que se produce no



Simulación artística de ondas gravitatorias creadas por un cuerpo esférico en rotación. NASA

se propaga instantáneamente, sino que lo hace a la velocidad de la luz. Esa deformación que se propaga es una onda gravitatoria y es una de las principales predicciones de la teoría de la Relatividad General. Hasta el momento, no se han encontrado, pues la propia teoría predice que las ondas gravitatorias son muy débiles. Las más fuertes que se podría esperar observar en la Tierra serían generadas por acontecimientos cataclísmicos como un choque entre agujeros negros. Por si acaso, experimentos como LIGO o TAMA 300 estarán a la atenta escucha para intentar confirmar la predicción de Einstein que, de momento, sigue siendo uno de los problemas sin resolver de la ciencia.

MÁS INFORMACIÓN

es.wikipedia.org/wiki/Onda_gravitacional

ASTRONOMÍA > A AÑOS L

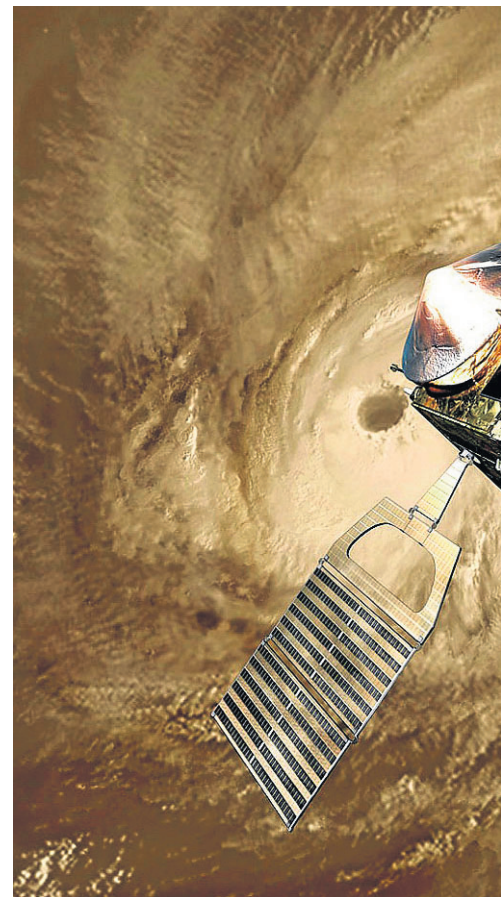


"HAY MÁS COSAS EN EL CIELO 100 AÑOS DESPUÉS DE QUE EN LA TIERRA. SE NOS OCURRE MEJOR LA IMAGEN DE LA LISTA DE ALGUNAS DE LAS PREGUNTAS DE LA COSMOLOGÍA, QUE SIGUEN SIENDO SIN RESPONDER."

> **PREGUNTAS EN EL AIRE** ¿Es nuestro Universo el único que existe? Algunos físicos teóricos piensan que nuestro Universo es tan solo uno de un gran 'multiverso', que hay una infinita cantidad de universos paralelos cuya existencia influye en el nuestro y es inferible.

¿Qué produjo la inflación? Un instante posterior al Big Bang se produjo una expansión increíblemente rápida del Universo de corta duración que terminó la geometría global del espacio-tiempo. ¿La realidad fue así, ¿qué la motivó?

¿Por qué existe más materia que antimateria?

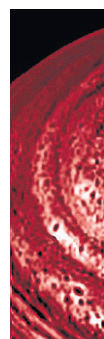


Doble vórtice atmosférico sobre el Polo Norte de Venus.

ATMÓSFERAS MISTERIOSAS

> **¿HEXÁGONOS EN SATURNO, DOBLES VÓRTICES EN VENUS Y PUNTUALES BORRASCAS MARIANAS?** Si hay un reino de lo impredecible, ese es el de la atmósfera. Aunque ha mejorado mucho, la previsión del tiempo sigue cometiendo errores inevitables, que son inherentes a este tipo de sistemas caóticos. Para mejorar los modelos, los astrónomos estudian las atmósferas de otros mundos a fin de contar con más ejemplos de sistemas atmosféricos. Y es ahí donde surgen las sorpresas.

Al estudiar otros mundos, descubrimos una gran cantidad de estructuras y fenómenos que no tienen parangón con lo que sucede en el nuestro. El Polo Norte de Saturno, cuando lo observamos en infrarrojo, muestra una extrañísima estructura nubosa de for-



Hexágono polar en una imagen de Cassini. NASA

ma hexagonal. Los polos de Saturno muestran una estructura nubosa de for-

ONOMÍA LUZ DE SABERLO TODO

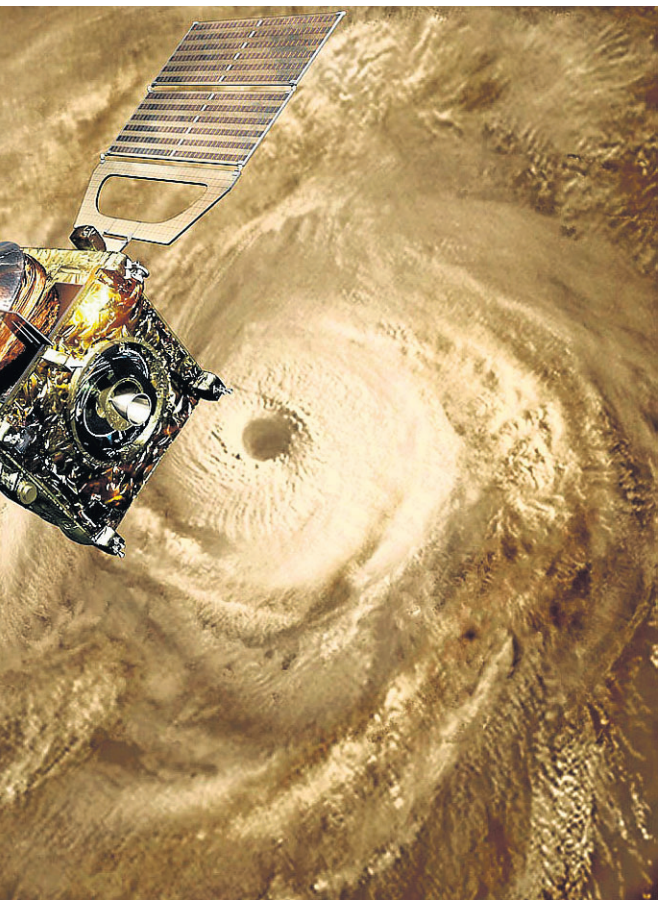
CIELO Y EN LA TIERRA, HORACIO, DE LAS QUE SUEÑA NUESTRA FILOSOFÍA". MÁS DE CUATROCIENTOS WILLIAM SHAKESPEARE LA PUSIERA EN BOCA DEL PRÍNCIPE HAMLET, ESTA FRASE SIGUE VIGENTE. Y NO MANERA DE HOMENAJEAR EL 2009, AÑO INTERNACIONAL DE LA ASTRONOMÍA, QUE CON LA SIGUIENTE AS PREGUNTAS MÁS RELEVANTES, DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA ASTRONOMÍA, LA ASTROFÍSICA Y LA EN SIN RESPUESTA. TEXTO **FERNANDO J. BALLESTEROS Y BARTOLO LUQUE**

erso lo os opi na par dad de e en el sterior emen que de npo. Si a? ¿Có-

mo serán las leyes cuántico-gravitatorias que rigen en los agujeros negros? ¿Cómo se formaron las galaxias? ¿Se formaron primero las galaxias o las estrellas? Y, ya que estamos: ¿cómo se forman los planetas? Aunque pueda parecerle mentira, estas tres últimas 'sencillas' cuestiones siguen sin tener una respuesta totalmente satisfactoria para la comunidad científica. Y, por acabar: ¿existe o ha existido vida en el Sistema Solar aparte de en nuestro planeta? ¿Existe vida en otros lugares del Cosmos? ¿Contactaremos algún día con otros seres inteligentes? Es mucho lo que la Astronomía, en dos milenios,

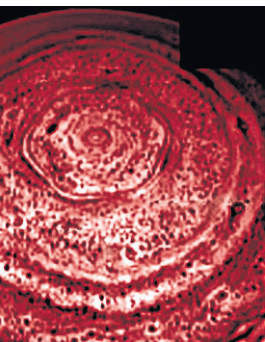
nos ha desvelado sobre el origen y evolución de nuestro universo, pero la lista de cuestiones sin respuesta que acaba de leer es impresionante, ¿verdad? Pues obviamente no están todas y, lo mejor: faltan aquellas preguntas que aún no sabemos ni siquiera formular. Los astrónomos tienen trabajo asegurado para otros dos mil años más. Larga vida a la Astronomía.

FERNANDO J. BALLESTEROS PERTENECE AL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD DE VALENCIA **BARTOLO LUQUE**, A LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AERONÁUTICOS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



...s, sobrevolado por la sonda espacial Venus Express. ESA/AOES MEDIALAB

OSAS DE OTROS MUNDOS



...en el Polo Norte de Saturno, imagen tomada por la nave NASA/JPL/UNIVERSITY OF ARIZONA

gonal de 25.000 kilómetros de ancho; por el contrario, en el sur encontramos una tormenta en forma de ojo que parece estar en calma. En cada polo encontramos un doble sistema tormen-

toso formado por dos vórtices que giran uno en torno al otro, como el pelo de un niño travieso que tuviera un doble remolino. Mientras tanto, en el planeta Marte, todos los años por las mismas fechas (marcianas) aparece la misma borrasca junto a su Polo Norte, exactamente en la misma zona. Esto es tan sorprendente como si predijéramos que todos los 12 de diciembre, impenablemente, lloverá en el oeste de Europa. Todos estos fenómenos atmosféricos son por ahora inexplicables con los conocimientos de que, hoy por hoy, disponemos.

MÁS INFORMACIÓN
www.astroenlazador.com/article.php3?id_articulo=327
www.elmundo.es/elmundo/2007/03/28/ciencia/1175094658.html

¿PODREMOS VIAJAR A LAS ESTRELLAS?

UNA LARGA, PELIGROSA Y CARA EXCURSIÓN La vida tiende de forma natural a expandirse: cada generación tiene más descendencia que progenitores, es la estrategia que sigue toda forma de vida en la Tierra. Es de esperar que si, en algún momento, una especie es capaz de viajar entre las estrellas y establecer colonias, siguiendo esta tendencia natural se expandirá, con un crecimiento exponencial debido a la falta de competidores. De momento, que sepamos, a la Tierra aún no han llegado exploradores de otros mundos. Este hecho, bautizado como la paradoja de Fermi, nos lleva a pensar que quizás el viaje interestelar sea imposible. Tal vez, los peligros que entraña el desplazarse entre sistemas estelares son tan elevados que esta estrategia está abocada al fracaso Para hacer el viaje en un tiempo corto (unas décadas) se ha de viajar a enormes velocidades, lo que aumenta el riesgo (y la violencia) de cualquier colisión. Por otra parte, el coste económico de tal expedición quizá sea inasumible para una civilización. ¿Estaremos por tanto condenados a habitar solo nuestro Sistema Solar?

MÁS INFORMACIÓN
www.amazings.com/ciencia/articulos/paradoja_fermi.html

¿Y SI LAS CONSTANTES DE LA NATURALEZA NO LO FUERAN?

¿SON CONSTANTES LAS CONSTANTES DE LA NATURALEZA? ¿POR QUÉ TIENEN LOS VALORES QUE TIENEN? En la actualidad, las constantes de la naturaleza no están especificadas por ninguna teoría.

Si, por ejemplo, la fuerza electromagnética fuera mucho más fuerte, los electrones no rondarían en torno al núcleo, sino que caerían en su interior. Una fuerza nuclear fuerte más débil haría que buena parte de los átomos fueran radiactivos y solo los más ligeros se mantendrían estables.

Si la fuerza de gravedad fuera más intensa, las estrellas serían mucho más pequeñas y se consumirían mucho más deprisa. Por el contrario, si hubiera sido más débil, las galaxias se habrían disgregado.

Parece que la menor modificación de las leyes de la naturaleza cambiaría de manera radical la realidad. Al hilo de estos argumentos, en 1973 el cosmólogo

Brandon Carter enunció el llamado Principio Antrópico Fuerte: las constantes de la naturaleza deben situarse dentro de unos rangos muy limitados para conseguir que la vida pueda aparecer en el Universo y justo los valores que tienen son los que permiten la existencia de observadores.

Algunos teóricos piensan que tal vez el Universo no puede ser de otra forma: aunque nuestra física no sea capaz de demostrarlo todavía, razonan, cualquier otra elección de las constantes universales debe ser contradictoria lógicamente.

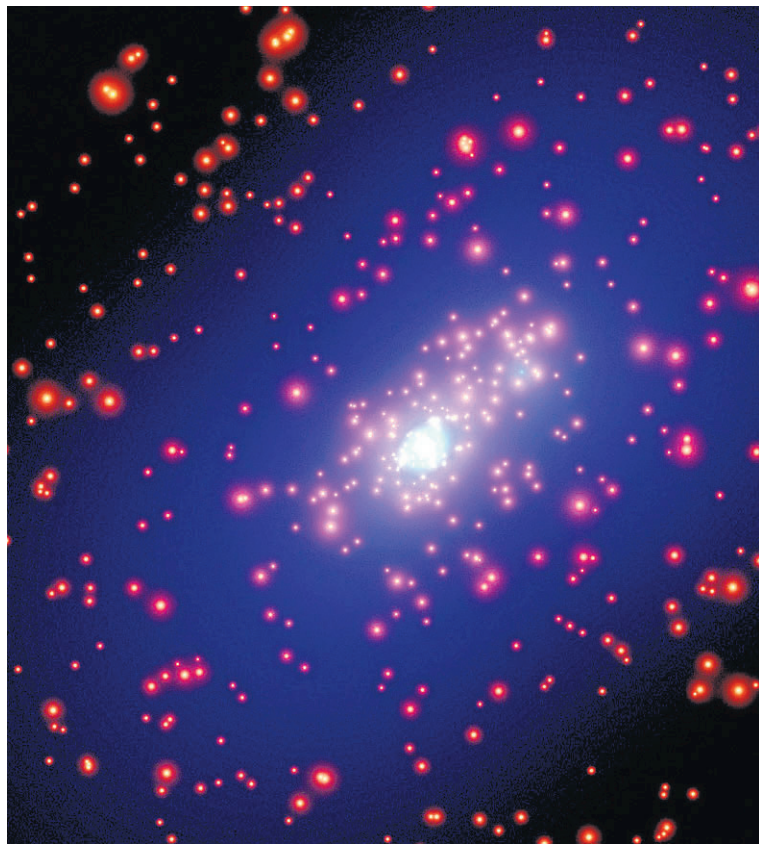
Otros investigadores opinan que tal vez las constantes de la física no sean constantes. Se especula con la posibilidad de que sea la expansión del espacio la que cambie el valor de las constantes. Por ejemplo, que la velocidad de la luz decrezca de forma inversamente proporcional a como aumenta el factor de escala del Universo. Seme-

... veces (¡un 1 seguido de 120 ceros!) más grande que el valor estimado por los cosmólogos para la energía oscura.

MATERIA OSCURA, ESA DESCONOCIDA Por su parte el otro 27% del Universo es materia, pero de un tipo que desconocemos; solo un 4% consiste en materia ordinaria (protones, neutrones, electrones, átomos...), el otro 23% es un tipo desconocido de materia que no encontramos en la vida cotidiana, bautizada como materia oscura, y cuya existencia determinaría el valor exacto de la densidad del Universo y, por ende, su topología espacio-temporal y su posible final.

Estos reversos tenebrosos del Universo son hoy día el mayor misterio de la cosmología. Aunque no faltan los científicos a quienes les recuerda demasiado al éter que, en el siglo XIX, se creía que llenaba el Universo.

MÁS INFORMACIÓN
www.iac.es/gabinete/iacnoticias/winter2002/esp.pdf
www.astroseti.org/vernew.php?codigo=414



Distribución de materia oscura en un cúmulo de galaxias. ESA/NASA/JEAN-PAUL KNEIB (OBSERVATOIRE MIDI-PYRENEES, FRANCE/CALTECH, USA)

EL REVERSO TENEBROSO DEL UNIVERSO

¿ES LA ENERGÍA OSCURA LA RESPONSABLE DE LA ACELERACIÓN QUE PARECE ESTAR SUFRIENDO

EL UNIVERSO? ¿Existe una materia oscura culpable de las discrepancias entre los valores teóricos y observacionales para la densidad de la materia en el Universo?

El Universo es, en sí mismo, una lección de modestia científica. Desconocemos en qué consiste el 96% de su contenido. Descubrimientos provenientes de distintas direcciones, como el brillo de supernovas lejanas, la forma de la radiación cósmica de fondo (residuo fósil del Big Bang) o la estructura a gran escala del Universo coinciden en que el 73% de este está compuesto por una misteriosa energía del vacío, que hace que el espacio se repela a sí mismo. No sabemos qué es esa energía, bautizada por ello como energía oscura. Solo vemos sus supuestos efectos acelerando la expansión del Universo. La física cuántica predice un tipo de energía del vacío, que hemos incluso llegado a medir (a través del efecto Casimir), pero que sorprendentemente es 10¹²⁰