

Ariel

LA ELEGANCIA DEL VACÍO

DE QUÉ ESTÁ HECHO EL UNIVERSO

GUIDO TONELLI

Desde la Grecia clásica hasta las investigaciones más punteras, esta es la apasionante historia de uno de los mayores misterios del universo: el vacío.

**A LA VENTA
EL 4 DE FEBRERO**



AUTOR DISPONIBLE PARA ENTREVISTAS

PARA AMPLIAR INFORMACIÓN

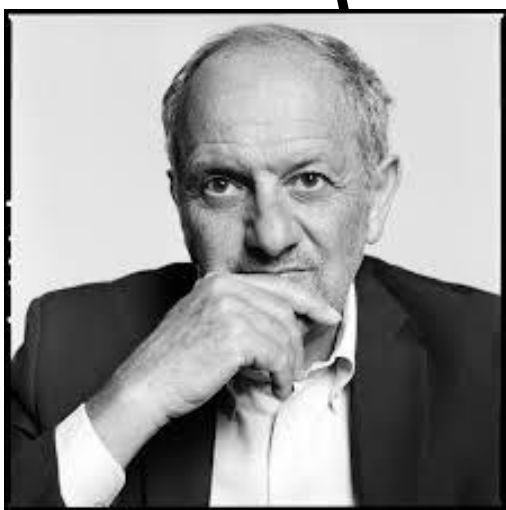
Erica Aspas | RESPONSABLE DE COMUNICACIÓN ÁREA DE ENSAYO
689 77 19 80 | easpas@planeta.es

SINOPSIS

De qué está hecho el universo

Los descubrimientos más recientes han transformado nuestra comprensión del vacío y del universo. A lo largo de la historia, la ciencia y la filosofía lo imaginaron como una nada absoluta, pero hoy sabemos que el vacío es un campo vibrante, pleno de energía y origen de todo lo existente. Con rigor y sensibilidad, Guido Tonelli nos guía por un viaje que une **física, filosofía y cosmología** para mostrarnos cómo **el vacío, lejos de ser ausencia, es la fuerza que da forma al cosmos y a nuestra propia existencia**.

«Nadie podría haber sospechado que el vacío pudiera organizarse en dos componentes complementarios desde cualquier punto de vista. Que la energía positiva de la materia estuviera perfectamente contrarrestada con la energía negativa del espacio-tiempo, curvado por la gravedad. Y que, a partir de esta dinámica, pudiera adquirir forma un universo que, durante milenios, nos ha parecido irremediabilmente diferente del vacío, que sin embargo constituye su esencia más profunda. Y el prejuicio posee raíces tan profundas que incluso hoy, décadas después, nos cuesta trabajo aceptar la conclusión a la que llegó un grupo de geniales científicos. Pero precisamente ahora, cuando todo empieza a volverse familiar, tenemos la clara sensación de hallarnos ante una nueva ventana, abierta de par en par a un mundo extravagante y misterioso que seguramente nos deparará nuevas sorpresas. Tal vez allí mismo, en el corazón del vacío, se encuentre el secreto del universo».



EL AUTOR

GUIDO TONELLI es físico del CERN y profesor de Física en la Universidad de Pisa. Ganador del Premio Breakthrough en Física Fundamental y el Enrico Fermi de la Sociedad Italiana de Física, **fue uno de los responsables del descubrimiento del bosón de Higgs**.

ALGUNOS EXTRACTOS

«Desde tiempos inmemoriales, la humanidad ha buscado los instrumentos más adecuados para penetrar en el abismo sin riesgo. Porque enfrentarse a un pozo sin fondo es extremadamente peligroso. La quintaesencia del no ser es la sustancia más temible de todas, dotada del poder de aniquilar, al tragarla, toda forma de existencia.

Faltan palabras, no hay imágenes ni sonidos adecuados para describir lo que Occidente siempre ha asociado con la nada. Incluso hoy, es difícil hablar del vacío sin despertar miedos ancestrales y terribles malentendidos. Incluso a nosotros, hombres y mujeres del siglo XXI, el vacío abierto de par en par nos ahoga las palabras en la garganta, nos quita el aliento y nos inquieta.

El concepto mismo de vacío provoca una consternación indescriptible. Incluso en el lenguaje moderno, el término sigue resonando con connotaciones negativas: “un discurso vacío”, “caer en el vacío”, “palabras vacías”. Por no hablar del malestar físico de quienes tienen el «estómago vacío» o el malestar mental de quienes sienten «un vacío interior» capaz de devorar su existencia.

Este libro puede ayudarnos a vencer estos prejuicios y a hacernos descubrir la increíble belleza del vacío, su insuperable maravilla. La ciencia contemporánea nos ha permitido ir más allá de la pesadumbre que ha paralizado a la humanidad durante milenios. Cuando los científicos investigaron el vacío, descubrieron que, en realidad, se trata de un estado de la materia, dotado de propiedades de lo más singular. Pero para comprender mejor el contexto en el que tuvo que operar la ciencia moderna, debemos dar un salto hacia atrás de muchos siglos. Es necesario que nos remontemos a ese período lejano en el que los mayores sabios de Occidente produjeron esa identificación entre el vacío y la nada que, aún hoy, persiste en el imaginario colectivo y lo condiciona gravemente.»

De la mano de la Historia

«Durante milenios, la humanidad ha debatido sobre el ser y el no ser, el vacío y el mundo real, el todo y la nada. Hoy, la ciencia contemporánea corta con un golpe de espada el nudo que ha provocado polémicas entre los filósofos a lo largo de los siglos. El corte es limpio, la conclusión es a la vez inequívoca y asombrosa: el todo y la nada coinciden; son dos aspectos complementarios de la misma sustancia material».

«Para reconciliar a Aristóteles con los dogmas de la Iglesia, los pensadores cristianos tuvieron que revisar la tesis de la imposibilidad lógica del vacío. El Dios omnipotente no podía tener límites. Si tan solo hubiera querido, podría haber creado fácilmente el vacío. La imposibilidad lógica descrita por Aristóteles se aplicaba únicamente a la naturaleza. Ninguna fuerza natural podría haber producido el vacío, pero este límite no era aplicable al Dios de los cristianos. Algo similar debía imaginarse para la creación *ex nihilo* del mundo».

«Por una extraña forma de simetría invertida, mientras que en Occidente el concepto de vacío iba imbuyéndose cada vez más de connotaciones negativas, en Oriente ocurría exactamente lo contrario. Y todo esto ocurrió aproximadamente en el mismo período, alrededor de los siglos VI-V a. C.».

«Esta nueva historia comienza hace cuatro siglos, cuando Galileo funda la ciencia moderna e inmediatamente, gracias al nuevo método experimental, los sabios de toda Europa se

percatan de que el vacío existe de verdad. Galileo introduce el vacío como un estado físico concreto, un espacio desprovisto de materia, en el que imagina la realización de sus experimentos».

«Desde la Revolución francesa, el hombre se creía invencible y capaz de realizar los grandes ideales de libertad e igualdad. El auge de las luchas políticas y sociales acarreaba consigo la idea de un progreso inevitable. Los pueblos acabarían liberándose de la opresión, y la lucha conduciría a la emancipación de los pobres y los asalariados».

Cuestionando certezas

«Durante el siglo XIX, con la producción de bombas cada vez más eficientes, se desarrollaron formidables instrumentos para investigar las propiedades del vacío».

«Que los átomos estuvieran lejos de estar llenos, que estuvieran por el contrario esencialmente hechos de vacío, fue una noticia que causó gran revuelo a principios del siglo XX. El vacío no solo dominaba los vastos espacios que separaban las estrellas entre sí. El reino del vacío también se extendía en las distancias mínimas donde se agregaban los componentes elementales de la materia».

«Al mismo tiempo que la ciencia ponía en cuestión todas sus certezas, desde sus mismos cimientos, la sociedad europea entera parecía estar presa de impulsos análogos. La idea de tirarlo todo por la borda y empezar de cero, sobre bases completamente nuevas, se vio sometida a debate por escritores y filósofos, e involucraba directamente la política. En sus formas más violentas y radicales, el concepto había surgido por primera vez en la Rusia zarista. En los mismos años que marcaron el triunfo del vacío en ámbito científico, Moscú y San Petersburgo se vieron azotadas por la violencia de los nihilistas».

«Esta línea de investigación impregnará todo el siglo xx, gracias especialmente a la obra de Martin Heidegger, quien valoriza y desarrolla el nihilismo de Nietzsche».

«Con el descubrimiento [de los rayos X] de Röntgen, fue posible ver, con nuestros propios ojos, que todo lo que parecía sólido y compacto era en realidad transparente [...]. Casi al mismo tiempo, un médico vienés, Sigmund Freud, empezaba a ahondar en los meandros más recónditos del alma humana. Todos empezaban a cobrar conciencia de que la realidad, a diferencia de cómo se nos había aparecido hasta hacía poco, se presentaba bajo formas absolutamente sorprendentes. Como si la investigación del vacío hubiera abierto un abismo debajo y dentro de nosotros».

El despiadado asesino del éter

«En 1905, cuando sienta las bases de la relatividad restringida, Albert Einstein tenía veintiséis años. El artículo que publica, aunque sin mencionar explícitamente el experimento de Michelson-Morley, proporciona la explicación más simple y convincente de su sorprendente observación. La velocidad de la luz en el vacío es una invariante, es decir, una constante universal; la luz siempre viaja a la misma velocidad, en todos los sistemas de referencia.

En definitiva, el éter no existe. No es necesario que el éter vibre para transmitir la luz. Como el niño del cuento, Einstein no teme pronunciar la escandalosa verdad: “¡El

emperador está desnudo!». Las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío y siempre se mueven a la misma velocidad, independientemente de la velocidad de la fuente que las emite o del sistema de referencia desde el que se observan. No sorprende, pues, que Michelson y Morley no detectaran rastros de franjas de interferencia»

Para matar de forma definitiva el éter, Einstein no duda en abolir los conceptos tradicionales de espacio y tiempo. El asesino no tiene piedad. El usurpador que, durante siglos, había despojado al vacío de su legítimo lugar en el universo, ha quedado derrotado para siempre. Pero en el preciso momento en que Einstein devuelve las llaves del reino al vacío, deposita en él algo perturbador e insidioso a la vez. ¿Qué relación tiene este espacio-tiempo plástico y deformable con el vacío? Es una pregunta que atormentará a docenas de científicos a lo largo del siglo siguiente».

La industria del vacío

«El vacío es un protagonista silencioso en muchas de las tecnologías más avanzadas. Es un actor principal acostumbrado a mantenerse en segundo plano [...]. El vacío es necesario para construir todos los aceleradores de partículas, no solo los que exploran las propiedades de la materia, como el Gran Colisionador de Hadrones (LHC, por sus siglas en inglés, *Large Hadron Collider*), el gigantesco anillo del CERN. Los aceleradores dedicados a la investigación representan una mínima parte, poco más de mil de los aproximadamente treinta mil en funcionamiento en todo el mundo. Más de diez mil se utilizan en medicina, especialmente en la producción de radiofármacos y el tratamiento de tumores. La mayoría se emplean en la industria de los semiconductores, para implantar iones en las finas capas de silicio utilizadas en la microelectrónica».

«Todo se complica aún más si se desea entrar en el régimen de vacío extremadamente alto (*Extremely high vacuum*, EHV), caracterizado por presiones residuales inferiores a 10-12 milibares. Alcanzar estos niveles requiere una obsesiva atención a cada detalle, empezando por los materiales utilizados dentro de las cámaras de vacío y una combinación de los métodos de bombeo más avanzados. A pesar de las enormes dificultades que se deben superar para lograr estos resultados, ha de considerarse que el vacío más extremo que podemos lograr en la Tierra aún contiene miles de millones de moléculas de gas por metro cúbico. En conclusión, el mejor vacío que hemos creado hasta ahora sigue estando “lleno” de átomos. En la región del espacio que separa la Tierra del Sol, la densidad de gas residual es de millones de átomos por metro cúbico. Para descender por debajo de unos pocos núcleos de materia por metro cúbico, tendríamos que abandonar nuestra galaxia y alcanzar los inmensos espacios que separan las galaxias. Nadie lo ha logrado aún, y por ahora, este excepcional valor de vacío no es el resultado de una medición experimental, sino simplemente la mejor estimación que podemos hacer para los enormes espacios vacíos que rodean nuestra Vía Láctea».

El inmenso silencio

«El mundo caracterizado por la ausencia total de sonido existe y no es demasiado difícil de alcanzar. A estas alturas son ya cientos de astronautas los que se han asomado fuera de la delgada cáscara de aire que rodea nuestro planeta».

«Hasta el día de hoy, la relatividad general sigue regalándonos sorpresas. Las predicciones de Einstein no solo se han revelado exactas, sino que se utilizan a diario para medir la masa de centenares de galaxias. Las imágenes de estrellas o galaxias distantes nos llegan distorsionadas por la curvatura del espacio-tiempo, y esta información es preciosa porque nos permite obtener datos sobre la distribución de masa y energía que atraviesan. Los astrónomos han aprendido a utilizar los extraños fenómenos conocidos como lentes gravitacionales y cruces de Einstein —imágenes múltiples, a menudo distorsionadas, de las mismas galaxias— para reconstruir mapas detallados de la distribución de la materia en el universo».

«En definitiva, no hay forma de distinguir los efectos de la gravedad de los producidos por un sistema acelerado. Para los cuerpos en caída libre, en un campo gravitacional homogéneo y estático, la gravedad es como si no existiera. Esta intuición le permite encontrar la solución. El “asesino del éter” borra la gravedad newtoniana del universo entero. Todavía sediento de sangre, el despiadado Einstein asume definitivamente la inquietante apariencia de un asesino en serie».

«En resumen, el vacío cósmico está lleno de espacio-tiempo, que se expande con el tiempo, se retuerce y vibra, y contiene energía que puede transmitirse a grandes distancias. Pero la cosa no termina ahí; hay más movimiento en la oscuridad y el silencio más absolutos».

Los misteriosos reinos de la nada

«El universo visible, aquel que puede explorarse con los telescopios más potentes, es un espacio enorme. Tiene un diámetro de unos noventa mil millones de años luz y se estima que contiene entre cien y doscientos mil millones de galaxias. Cada galaxia, a su vez, alberga decenas de miles de millones de estrellas, vastas cantidades de polvo y gas, y una cantidad exorbitante de planetas y cuerpos celestes de pequeño tamaño».

«En el universo, todo ocurre en tres dimensiones, por lo que la estructura termina asemejándose a una enorme telaraña. Las galaxias se organizan en grupos, que se engrosan formando estructuras filiformes para formar cúmulos y supercúmulos conectados entre sí. Los filamentos galácticos terminan pareciéndose a la red de autopistas que envuelve las megalópolis. Los supercúmulos más impresionantes pueden contener más de mil millones de galaxias.

La red de filamentos galácticos encierra a menudo enormes espacios vacíos, que contienen en su interior algunas escasas galaxias dispersas o tenues nubes de hidrógeno. Se parecen a burbujas gigantes y se denominan “vacíos cósmicos”. A los más grandes se les conoce como “supervacíos” y hacen que el universo parezca en su conjunto una inmensa estructura esponjosa. Son, con diferencia, las regiones más rarefactas del cosmos. La densidad de materia residual en su interior es aproximadamente una décima parte de la de las áreas circundantes. Son espacios gigantescos, inmensos desiertos tridimensionales, en los que es difícil encontrar cualquier clase de sustancia material tal como se entiende comúnmente [...]. No está claro qué función cumplen. El papel de los espacios “vacíos” suele ser la clave para comprender en detalle cómo funcionan las zonas “llenas”».

«Cabe recordar que la radiación cósmica de fondo de microondas, esa difusa radiación electromagnética que impregna todo el universo, tiene una distribución increíblemente uniforme. Estén donde estén esos fotones primordiales, hallaremos exactamente la misma

temperatura. En cualquier región del universo miden unos pocos grados por encima del cero absoluto, 2,725 K, con diferencias de entre un punto y otro insignificantes. Todos esperaban encontrar también cierta homogeneidad en la distribución de la materia. Era difícil imaginar que cuando se produjo la separación de la luz, 380.000 años después del Big Bang, los dos elementos fueran tan diferentes entre sí. Es cierto que habían pasado casi 14.000 millones de años desde entonces, pero persistía el fuerte prejuicio de que la materia también estuviera distribuida por el universo de forma similar a la radiación».

Energía oscura

«El debate sobre los vacíos cósmicos en las últimas décadas del siglo pasado se vio entrelazado con el inquietante descubrimiento de que el universo posee un lado oscuro; es más, la mayor parte de la masa y la energía del universo se manifiesta en formas muy extravagantes [...]. La extraña materia hipotetizada por Zwicky y Rubin resultó ser un componente esencial de nuestro universo. Su densidad global media era cinco veces mayor que la de la materia ordinaria».

«En la segunda mitad de los años noventa, se constató que la expansión del espacio-tiempo se estaba acelerando. Fue el astrónomo estadounidense Saul Perlmutter el primero en dar al mundo el anuncio, que trece años después, en 2011, lo llevaría a Estocolmo para recibir el Premio Nobel de Física. La velocidad a la que las galaxias se alejan entre sí está aumentando, por lo que la expansión del universo no solo no se está ralentizando, como muchos habían imaginado a causa de la gravedad, sino que, por el contrario, se está acelerando».

«El nombre “energía oscura” plasma acertadamente el abismo de ignorancia en el que hemos caído los científicos modernos. De repente, descubrimos que somos incapaces de dar explicación alguna a una misteriosa forma de energía que impregna todo el universo y que contribuye con casi dos tercios, a su masa total. Añadiendo la contribución de la materia oscura, debemos concluir que el 95 por ciento del universo está formado por componentes materiales completamente desconocidos para nosotros».

«El hecho de que no haya nada más que energía oscura podría representar una gran oportunidad. Quizá la función de los supervacíos cósmicos sea precisamente la de permitirnos comprender un elemento fundamental de la estructura de nuestro universo. Esos inmensos desiertos tridimensionales son una especie de laboratorio ideal, porque la energía oscura se presenta allí en estado puro, sin contaminación alguna debida a la presencia de filamentos de galaxias ni de materia oscura. Causa impresión constatar, por ejemplo, que algunos de los supervacíos más grandes se expanden a una velocidad superior a la del universo en su conjunto. Es posible que las respuestas que nos permitan comprender este extraño material que lo aleja todo lejos de todo se encuentren en el comportamiento de estas inmensas burbujas de vacío. Pero necesitamos datos, mediciones, observaciones cada vez más precisas y, sobre todo, mucha estadística. En pocas décadas, hemos pasado de identificar los primeros vacíos a catalogar más de seis mil. En los próximos diez años, se reconstruirán cientos de miles más. Esto se debe sobre todo a nuevos experimentos que mapean el lado oscuro del universo, como Euclid, el telescopio espacial de la ESA que está reconstruyendo la distribución detallada de miles de millones de galaxias, o el Observatorio Vera Rubin. Este último, un sistema altamente sofisticado de telescopios terrestres,

actualmente en avanzado construcción en el norte de Chile, ha sido dedicado por fin, y merecidamente, a la gran científica».

Agujeros negros

«Hay mucha ironía en el nombre que eligió Wheeler, puesto que contiene una clara alusión sexual. La cuestión se vuelve aún más embarazosa cuando el científico se da cuenta de que estos misteriosos objetos pueden describirse con tres parámetros tan solo: masa, carga y momento angular. Las propiedades de la materia que han absorbido ya no importan. Todas las peculiaridades de los estados materiales complejos, que han acabado en la masa desmenuzada por el campo gravitacional del agujero negro, han desaparecido. A sugerencia de un estudiante, Wheeler le dio a su teorema un título provocativo: “Los agujeros negros no tienen pelo”. Aquello causó tal escándalo que el premio nobel Richard Feynman, a pesar de su notable sentido del humor, se negó a usar el nuevo nombre por considerarlo demasiado obsceno».

«Hoy sabemos que los agujeros negros son una nueva familia de cuerpos astronómicos verdaderamente extravagantes. Son regiones del espacio donde se concentra una masa tan enorme que produce una monstruosa curvatura del espacio-tiempo».

«Hasta la fecha, desconocemos las leyes físicas que rigen dentro del horizonte de sucesos. Solo podemos especular con hipótesis. Actualmente, creemos que toda la masa está contenida en una pequeña región en el centro de la esfera definida por el horizonte de sucesos. Si el agujero negro no girara sobre su eje, toda la masa se concentraría incluso en un único punto. De lo contrario, estaría distribuida en una especie de pequeño dónut».

«Desde sus polos, el agujero negro emite filamentos larguísimos de materia ionizada, un plasma de partículas elementales que alcanza velocidades ultrarrelativistas y se extiende miles de años luz. De esta forma, algunos agujeros negros supermasivos, teóricamente los objetos más oscuros del universo, se convierten, con diferencia, en los más luminosos, capaces de emitir la luz de miles de millones de estrellas. Y todo ese material expulsado acaba fertilizando las regiones exteriores, sembrando protones por doquier y sentando las bases para el crecimiento de otras estructuras materiales en los grandes espacios vacíos que rodean las galaxias. Algunos de los objetos astronómicos más *vacíos* del universo, puesto que el volumen encerrado por el horizonte de sucesos está esencialmente hecho de vacío, resultan ser los más *llenos* porque contienen monstruosas cantidades de materia y energía».

El bosón de Higgs

«Aunque lográramos vaciar por completo cada rincón de nuestro universo de todos estos componentes, aún serían muchas las *cosas* que quedarían. En primer lugar, una estructura muy especial, descubierta recientemente, cuya función ha sido crucial para determinar nuestra propia evolución: el campo de Higgs».

«Con la inclusión de la nueva partícula, el modelo estándar de interacciones fundamentales quedó finalmente completo. El bosón de Higgs constituyó la piedra angular de toda la construcción. La nueva partícula era la manifestación material de un campo invisible que ha llenado cada rincón de nuestro universo desde tiempos inmemoriales, asignando una masa distinta a cada partícula elemental mediante la interacción con el propio campo».

«Gracias a la agregación de quarks ligeros, se formarán inmensas cantidades de protones y neutrones, que se organizarán en núcleos a cuyo alrededor orbitarán los electrones. Con el nacimiento de los átomos y las moléculas, dará comienzo la gran zarabanda que conducirá a la formación de estrellas y planetas y al desarrollo de las más diversas formas materiales, incluyéndonos a nosotros.

La forma actual de toda la materia quedó determinada, de alguna manera, por esos momentos iniciales. En otras palabras, fue el vacío electrodébil el que nos brindó este maravilloso regalo que llamamos universo material, al que debemos, entre otras cosas, nuestra propia existencia».

El origen de todo

«El gran acontecimiento ocurrió hace 13.800 millones de años y comenzó en sordina, con una de las diminutas fluctuaciones que caracterizan el estado de vacío. Una de las innumerables e insignificantes burbujas que componen la espuma cuántica extrae accidentalmente un tipo muy particular de partícula del vacío, que la infla y la hace crecer frenéticamente. Es el campo de la inflación, un campo que guarda cierta similitud con el que posteriormente se asoció con el bosón de Higgs. Lo transportan partículas neutras muy simples llamadas inflatones. Poseen pocas propiedades, excepto la crucial: el campo que transportan produce una enorme presión negativa. Se trata de una especie de antigravedad monstruosa que, en lugar de provocar contracción y colapso, lo empuja todo de manera furibunda hacia el exterior».

«Lo único indudable es que, si el vacío electrodébil se desvaneciera, también el universo material, tal como lo conocemos, desaparecería de inmediato».

«La estabilidad del potencial de Higgs no es absoluta. Existe un riesgo, mínimo, pero no despreciable, de que pueda llegar a romperse, y lo preocupante es que nadie puede predecir si este destino arrollará nuestro universo dentro de una semana o de 40.000 millones de años».

«El principio de incertidumbre, que rige las fluctuaciones en torno a la energía del punto cero, permite que nazcan partículas extraídas del vacío. Cuanto mayor sea la energía que se toma en préstamo, más rápido debe saldarse la deuda. Es decir, cuanto más masivas sean las partículas que emergen del vacío, más rápido deben reabsorberse y reincorporarse a filas. Pero si la energía es prácticamente nula, la deuda se vuelve insignificante y puede durar indefinidamente. Si surge del vacío un estado material aún vacío, la fluctuación puede durar miles de millones de años, dándole tiempo para adoptar la apariencia de un maravilloso universo material. En eso radica todo el secreto».

Vacío cuántico

«¿Acaso contendrá aún algo el inmenso reino de la nada que hemos creado? La respuesta es sí, necesariamente. Porque en el universo que hemos evacuado radicalmente, las leyes de la física siguen vigentes».

«El vacío tiene un campo electromagnético cero como promedio, pero instante a instante, punto a punto, sus fluctuaciones deben estar presentes. Hay algo en el vacío, mejor dicho,

hay muchas cosas, para ser precisos. Se parece a ese estado de oscuridad que contiene todas las ondas de luz posibles, en interferencia destructiva entre sí».

«El vacío cuántico es un estado material como todos los demás y sigue las mismas leyes de la mecánica cuántica. Se define por tener todos los números cuánticos a cero, lo que significa que el valor medio de los campos que lo atraviesan es nulo. Pero se halla muy lejos de estar vacío. Se trata de una suerte de yacimiento infinito que contiene todas las formas posibles de materia y antimateria».

«Hoy podemos responder a la pregunta más famosa que nos legó Gottfried Leibniz, quien escribió a principios del siglo XVIII: “¿Por qué hay algo en lugar de la nada? Porque la nada es más simple y fácil que cualquier otra cosa”. La pregunta, que ha suscitado debates y controversias durante siglos, tiene hoy una respuesta simple que nos llena de estupor. El algo y la nada coinciden esencialmente, son dos caras de la misma moneda, aspectos diferentes del mismo estado de vacío».

«El universo es un estado particular del vacío cuántico. Y nosotros también formamos parte del vacío, como todo lo que nos rodea. Hay un elemento del vacío que piensa y tiene sentimientos, consciencia y miedo. Y se ha desprendido tanto de su condición material que incluso ha desarrollado, en ocasiones, una fobia total al vacío; tal vez porque, inconscientemente, sentía que sus vínculos con el abismo eran mucho más profundos de lo que imaginaba».

«Intentando comprender el vacío cuántico, hemos descubierto el origen de nuestro universo y quizá entendamos algo más sobre nosotros mismos. Pero este extraño estado material no solo desempeñó un papel decisivo en nuestro pasado lejano, sino que sigue desempeñando un papel importante en muchos fenómenos actuales».

«Aún hay demasiadas cosas que desconocemos. Y muchas parecen estar ocultas precisamente por las extrañas propiedades del vacío. Prueba de esta vergonzosa ignorancia es la medición de la densidad energética media del vacío cósmico. Asumiendo las fluctuaciones de los campos conocidos en estado de vacío, puede calcularse la energía del punto cero, pero el resultado es ridículamente superior al valor experimental. Más de cien órdenes de magnitud separan la energía del vacío, medida a estas alturas con notable precisión, del valor teórico calculado. El fracaso más catastrófico de la física teórica moderna podría ocultar acaso algo extremadamente importante».

¿Multiverso?

«Encontrar evidencias experimentales que confirmen la teoría del multiverso parece una tarea verdaderamente imposible, pero la imaginación de los investigadores es ilimitada».

«Hawking imagina hallarse cerca del horizonte de sucesos y se pregunta qué sucedería con una pareja electrón-positrón emitida por el vacío. Lejos de un agujero negro, las dos partículas virtuales se reabsorberían inmediatamente, pero allí, justo al borde de la región de no retorno, ocurrirá en ocasiones que una de ellas caiga al abismo mientras la otra retrocede indefinidamente como una partícula real. Un observador distante vería la emisión de una partícula del agujero negro e interpretaría la minúscula pérdida de energía por el campo gravitatorio como radiación. La “radiación de Hawking”, como se la denominará, nos

asegura que incluso los agujeros negros más masivos, lenta e inexorablemente, acabarán desintegrándose. El vacío cuántico, nuestra preciada cuna, parece querer proteger el universo de un final ignominioso, un colapso catastrófico en el que todo se contraiga y acabe concentrándose en un único punto».

En el corazón de la investigación contemporánea

«Comprender las leyes más íntimas que rigen la nada podría permitirnos desvelar los secretos más ocultos de nuestro universo y dar lugar tal vez a ulteriores tecnologías destinadas a transformar aún más profundamente nuestra sociedad».

«Además de desempeñar un papel fundamental en la microelectrónica avanzada y en los ordenadores cuánticos, el vacío seguirá siendo el núcleo de las estructuras de investigación más avanzadas que verán la luz en este siglo.

Europa y Estados Unidos están diseñando una nueva generación de detectores de ondas gravitacionales. El objetivo será mejorar la sensibilidad de los grandes interferómetros en un orden de magnitud, multiplicando así por mil el volumen del universo que estarán en condiciones de explorar [...].

Algo similar ocurre con los proyectos de nuevos aceleradores. En este caso, la competencia es entre Europa y China».

«El espacio profundo que nos rodea es el terreno de nuevos retos científicos y tecnológicos, que también tendrán un gran impacto político y económico. No es casualidad que todas las superpotencias del planeta cuenten con ambiciosos programas espaciales. A Rusia y Estados Unidos se les unió primero Europa, y luego los principales países asiáticos, especialmente Japón, China e India. La carrera por explotar este inmenso recurso está destinada a marcar el siglo».

Próxima estación...

«Algunos analistas prevén que el sector espacial superará el valor simbólico de mercado de un billón de dólares en los próximos diez años».

«Al poderse superar las perturbaciones asociadas con la atmósfera terrestre, es posible medir la radiación cósmica de fondo de microondas con una precisión asombrosa».

«La idea de explotar el entorno único creado en el espacio vacío que nos rodea también ha influido en los experimentos de ondas gravitacionales. LISA es el nombre del proyecto que pretende construir un enorme interferómetro en el espacio. Un trío de satélites se desplegaría en los tres vértices de un triángulo equilátero, con lados de 2,5 millones de kilómetros, recorridos por potentes rayos láser. Todo el sistema orbitaría alrededor del Sol, a 50 millones de kilómetros de distancia de la Tierra [...].

Los tiempos de realización tampoco serán breves. Deberán superarse importantes dificultades técnicas para garantizar el funcionamiento en órbita de aparatos tan complejos a tal distancia de nuestro planeta. Se espera que la mayor obra humana jamás concebida hasta el momento se inaugure en 2040».

«La economía espacial está experimentando un crecimiento sin precedentes. La investigación en el vacío espacial con fines científicos y la exploración destinada a establecer

una auténtica colonia de terrícolas en el vacío lunar, equipada con fábricas de producción e infraestructuras para la vida de una pequeña comunidad, son las nuevas fronteras de este arranque de siglo».

Ariel

PARA AMPLIAR INFORMACIÓN

Erica Aspas | RESPONSABLE DE COMUNICACIÓN ÁREA DE ENSAYO
689 77 19 80 | easpas@planeta.es