

Miguel Lorenzo

LEONARD PARKER

Descubridor de la creación cosmológica de partículas

«NUNCA HE SENTIDO LA FÍSICA COMO UN TRABAJO, SINO COMO UN ARTE»

José Navarro Salas

Leonard Parker es catedrático emérito en la Universidad de Wisconsin-Milwaukee (EEUU). Fue el fundador del Centro de Investigación Gravitacional de esta universidad. Un centro que ahora lleva su nombre, Leonard E. Parker Center for Gravitation, Cosmology and Astrophysics, en reconocimiento a sus contribuciones fundamentales en gravitación. El profesor Parker es el pionero de la llamada teoría cuántica de campos en presencia de gravedad. Su descubrimiento, a principios de los sesenta, de que la expansión del universo puede crear partículas a partir del vacío, abrió un nuevo campo de la física. Este sorprendente resultado se forjó y se analizó con detalle en su imponente tesis doctoral (Harvard, 1966) y en los artículos que escribió posteriormente.

En la misma época se descubrió el fondo cósmico de microondas, que cambió completamente la concepción del universo e impulsó la teoría del Big Bang. En 1992, el satélite COBE detectó por primera vez pequeñas fluctuaciones de temperatura sobre la temperatura media de 2,7 grados Kelvin. El efecto descubierto por el profesor Parker es el mecanismo generador de las fluctuaciones de temperatura observadas en el fondo cósmico de microondas y las fluctuaciones de densidad de materia que han dado lugar a las galaxias y las estructuras de nuestro universo. Recientemente, el equipo

«PREPARANDO LA TESIS DOCTORAL PENSABA QUE LA CUANTIFICACIÓN DEL PROPIO CAMPO GRAVITATORIO ERA DEMASIADO DIFÍCIL Y QUE SEGURAMENTE NO SERÍA CAPAZ DE IR MÁS ALLÁ DE LO QUE YA SE HABÍA CONSEGUIDO»

internacional del telescopio del Polo Sur BICEP2¹ anunció la detección en el fondo cósmico de microondas de señales de las ondas gravitatorias creadas en el universo muy primitivo. Esta noticia ha generado una enorme expectación en la comunidad científica y también en los principales medios de comunicación. Si se confirmara sería la primera detección directa de ondas gravitatorias, creadas también por el mecanismo descubierto por el profesor Parker.

Leonard Parker es un trabajador infatigable, que a sus 76 años aún es capaz de cruzar el Atlántico para encontrarse con amigos y colegas de profesión, y hablar e intercambiar impresiones sobre lo que les une a todos: la pasión por la física. Con motivo de la celebración del centenario, en 2015, de la relatividad general de Albert Einstein, la Universitat de València organizó la Conferencia ERE2014 (*Almost 100 Years after Einstein's Revolution*) la primera semana de septiembre. Y es aquí donde el profesor Parker impartió una conferencia especializada.

Aun siendo uno de los físicos más destacados del mundo, es también una persona modesta, muy próxima y entrañable. Espigado, con ojos azules de mirada un poco socarrona, como de niño travieso, lo observa todo con curiosidad y con ansia por aprender. Es la mirada que acompaña a todo artista y es que, en el fondo, Leonard Parker lo es. Amante de la música clásica y de la pintura desde bien joven –toca el piano, sobre todo Mozart, colecciona pintura holandesa del siglo XVII e incluso se atrevió con la escultura–. Todo un humanista que encontró en las matemáticas y la física la misma consistencia interna, armonía y belleza que hay en la música. Un niño que, cuando observaba los números, veía pinturas o cuadros en su mente, en una especie de simbiosis arte-ciencia.

De maneras suaves y exquisita educación, se aproxima a la entrevista acompañado por su mujer Gloria. Conocedores de sus inclinaciones humanistas, la entrevista se ambienta en el claustro de la Universitat de València, muy cerca de la figura de Lluís Vives.

El nacimiento de ideas fundamentales nuevas es a menudo muy difícil. A principios de los años sesenta, incluso las nuevas ideas de ruptura espontánea de simetría de Brout-Englert-Higgs-Guralnik-Hagen-Kibble [dos de ellos premios Nobel de Física en 2013 por el descubrimiento del bosón de Higgs en el CERN] fueron acogidas con cierto escepticismo. En la actualidad la idea de creación gravitatoria de partículas parece muy natural, pero para su tiempo, imagino que no sería así. ¿Cómo vivió las reacciones iniciales a su descubrimiento?

¹ Resultados publicados en 2014 en un extenso artículo de 25 páginas en *Physical Review Letters* (112: 241101).



Miguel Lorenzo

**«FUE MUY GRATIFICANTE PARA MÍ
QUE EL MECANISMO DE CREACIÓN DE
PARTÍCULAS DESARROLLADO EN MI
TESIS SE CONVIRTIESE EN UN ELEMENTO
TAN CENTRAL PARA UNIR CAMPOS
APARENTEMENTE DESCONECTADOS DE
LA FÍSICA»**

Déjeme empezar recordando el contexto de aquellos años. En 1962, cuando empecé mi tesis doctoral en Harvard, quise trabajar en la interfase entre la relatividad general y la teoría cuántica de campos. Tuve la enorme suerte de tener excelentes maestros en teoría de campos y física de partículas: Wendell Furry, Sidney Coleman, Roy Glauber, Sheldon Glashow y Julian Schwinger (estos tres últimos fueron, con los años, premios Nobel). Mi pretensión en la tesis era encontrar nuevas implicaciones de la teoría cuántica de campos en el contexto de la teoría de la relatividad general de Einstein. Pensaba que la cuantificación del propio campo gravitatorio era demasiado difícil y que seguramente no sería capaz de ir más allá de lo que ya se había conseguido. Pero tenía, sin embargo, el convencimiento de que valía la pena estudiar la teoría de campos cuánticos y partículas elementales en los espacio-tiempo que eran soluciones de las ecuaciones de Einstein para el campo gravitatorio. Afortunadamente, Sidney Coleman aceptó ser el director de mi tesis en este proyecto, que se salía completamente de la corriente de investigación predominante. Debí extender la teoría cuántica de campos, bien formulada en el espacio-tiempo de la relatividad especial, a un espacio-tiempo en expansión, como predecía la cosmología de la relatividad general. La formulación de la nueva teoría me llevó a establecer sin ninguna duda que la expansión creaba espontáneamente partículas elementales. Mi tesis fue finalizada en Harvard en 1965, sin embargo, tuve que esperar a defenderla hasta que mi director volvió de una estancia en Europa de dos años.

Eso debió retrasar la publicación de su fantástico resultado.

En 1964 le envié copias de una parte de mi tesis, incluyendo mi resultado de creación de partículas, a B. S. DeWitt [el padre de la gravedad cuántica por aquellos años]. Rápidamente me invitó a dar un coloquio en el Institute of Field Physics, en la Universidad de Carolina del Norte, y me ofreció un puesto posdoctoral, justo la plaza que dejaría vacante Peter Higgs en 1965. Su famoso trabajo sobre el bosón de Higgs lo hizo allí.

Vaya, qué casualidad...

Por desgracia faltó el dinero y mi trabajo allí tenía una enorme carga docente, que me impidió trasladar a artículos científicos los resultados de mi tesis. Al acabar mis dos años de contrato recibí una oferta de profesor ayudante en la Universidad de Wisconsin, en Milwaukee, pero también con una enorme carga docente. Por suerte, una enorme nevada en Nueva York nos obligó, a mi mujer y a mí, a retrasar nuestro vuelo por dos semanas. Las aproveché para escribir el primer artículo (1969), que describía con detalle la creación gravitatoria de partículas.

¡Menos mal! Sin embargo, ¿cómo se recibió aquel artículo?

Se recibió muy bien. Pero eso lo supe después. En 1969 la National Science Foundation aprobó y me financió un proyecto de investigación. Entre los objetivos estaba determinar, utilizando los métodos de la tesis, la creación de partículas que ocurriría en un colapso gravitatorio que formara un agujero negro. John Wheeler [uno de los físicos más influyentes de entonces] se interesó y lo visité en Princeton durante el curso 1971/72. Allí me di cuenta de que mis trabajos estaban generando mu-



Miguel Lorenzo

«DE CONFIRMARSE, LA DETECCIÓN DE LAS SEÑALES DE LOS GRAVITONES SERÍA UNO DE LOS MAYORES LOGROS CIENTÍFICOS DE NUESTRO TIEMPO»

cho interés, sobre todo en la antigua Unión Soviética (Sajarov lo describe en sus memorias) y en Europa. Sin embargo costó tiempo en los propios Estados Unidos.

Sin embargo, volvamos a la cuestión de los agujeros negros y la creación de partículas. ¿Cuándo pensó en esto?

Antes de dejar Harvard, le sugerí a mi supervisor que encontraba interesante calcular la creación de partículas debida en un agujero negro. Me sugirió que le escribiera a John Wheeler y le pidiera un postdoctorado para trabajar sobre este proyecto. Pero recibí una respuesta inicial negativa. Al final conseguí ir a Princeton, como he dicho antes, pero con mis propios fondos de la National Science Foundation. Mientras trabajaba en el proyecto, y ya de retorno a Wisconsin, llegó a mis

manos el famoso artículo de Stephen Hawking sobre la creación de partículas por agujeros negros. Entendí inmediatamente que el problema había sido resuelto de manera muy brillante. Lamenté que Hawking no citara mis artículos de 1968 y 1969 de creación de partículas. Una superposición de soluciones de energía positiva y negativa, igual a la que yo había encontrado que causaba la expansión del universo, la encontró Hawking en la formación de un agujero negro. Eso es la causa de la creación de pares de partícula-antipartícula en los dos casos.



Miguel Lorenzo

«HAWKING CONVENCÍO A TODO EL MUNDO DE QUE LA SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA ERA COMPATIBLE CON LOS AGUJEROS NEGROS, Y PUSO DE MANIFIESTO UNA CONEXIÓN PROFUNDA ENTRE LA TERMODINÁMICA Y LA RELATIVIDAD GENERAL.»

Por tanto, el fenómeno de creación gravitatoria de partículas había ido adquiriendo diferentes caras. Usando el formalismo que usted había desarrollado, Hawking se dio cuenta en 1974 de que los agujeros negros creaban también partículas, y de manera muy íntimamente relacionada con la termodinámica. ¿Como influyó eso en la investigación en el campo?

El resultado tan elegante de Hawking fue muy influyente. Convenció a todo el mundo de que la segunda ley de la termodinámica (sobre el incremento de la entropía) era compatible con los agujeros negros, y puso de manifiesto una conexión profunda entre la termodinámica y la relatividad general. Fue muy gratificante para mí que

el mecanismo de creación de partículas desarrollado en mi tesis se convirtiese en tan central para unir campos aparentemente desconectados de la física.

Poco después usted trabajó en la producción de gravitones. ¿Se sorprendió al ver en sus ecuaciones que la expansión del universo era también capaz de crear gravitones? [Los gravitones serían a las ondas gravitatorias de la relatividad general lo que los fotones son a las ondas electromagnéticas.]

En primer lugar me gustaría contextualizar un poco más la pregunta. Cuando trabajaba en mi tesis, y demostré que la expansión isótropa del universo crea partículas, me preocupé por estudiar si había alguna situación especial en la que eso no se daba. Efectivamente, la expansión del universo no puede crear directamente fotones. Entonces pensé inicialmente, influido por un trabajo de Roger Penrose, que eso implicaría que la expansión del universo no podía crear tampoco gravitones. Pero la situación no era realmente así. Las ecuaciones matemáticas de los gravitones no eran del mismo tipo que las de los fotones (eso había sido ya demostrado por el físico ruso Evgeny M. Lifshitz, como señaló Leonid Grishchuk en 1975). Haciendo uso de mis resultados, se demostraba que la expansión isótropa del universo creaba necesariamente gravitones. En 1977 Lawrence Ford y yo realizamos el primer estudio sistemático y riguroso sobre el tema.

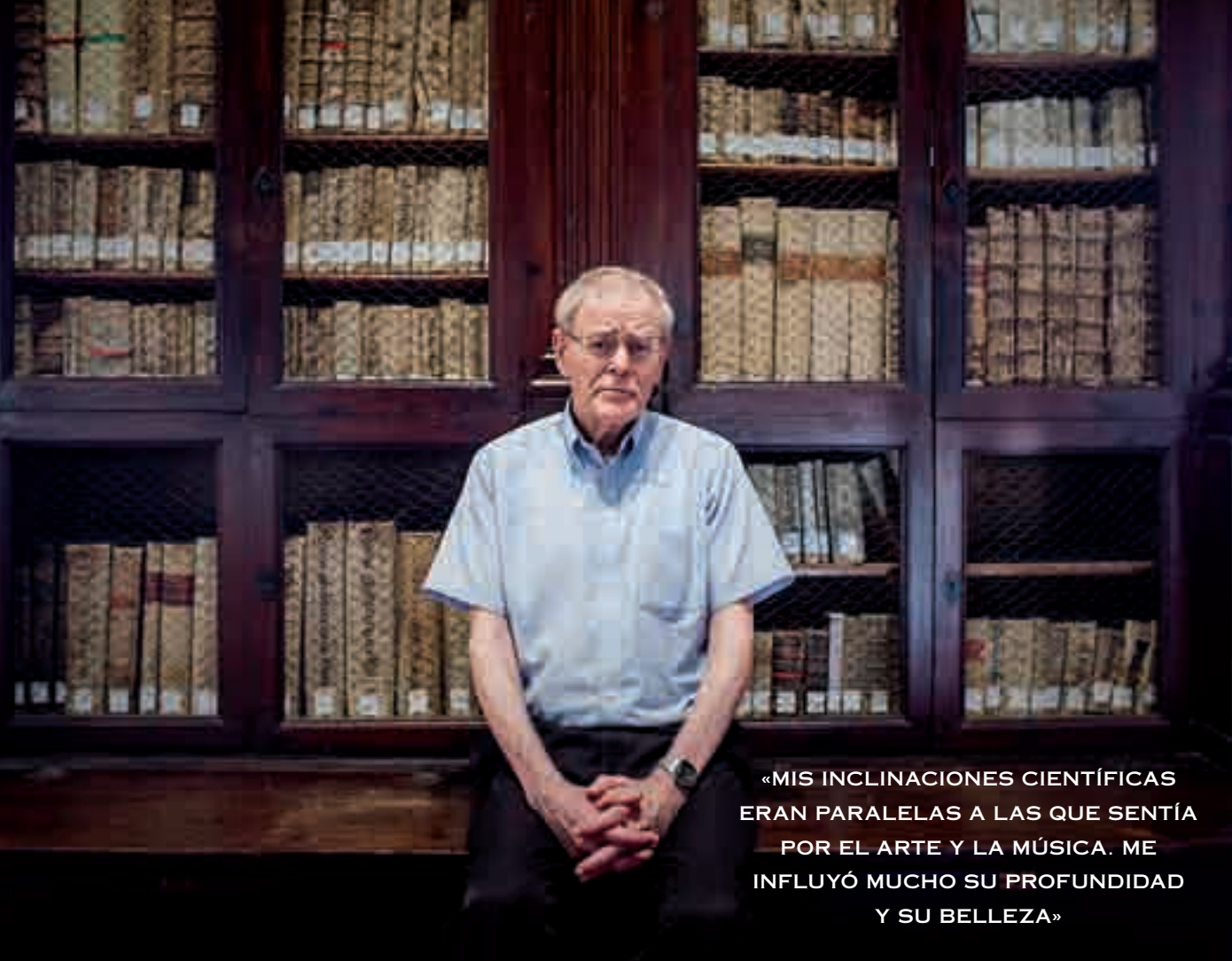
Miguel Lorenzo

¿Pensó que alguna vez sofisticados experimentos (como se intenta ahora con BICEP2 o el satélite Planck) podrían ser capaces de detectar los efectos de estos gravitones?

He de admitir que fue emocionante enterarme el pasado marzo de que los efectos de estas ondas gravitatorias sobre la polarización del fondo cósmico de microondas estaban dentro del rango de detección de los instrumentos actuales. Falta aún por dilucidar la separación entre el efecto producido por el fondo astrofísico del efecto procedente de las ondas gravitatorias creadas en el universo muy temprano.

Tras el descubrimiento de la partícula de Higgs en el CERN, ¿cree que es apropiado afirmar que el gravitón (o las ondas gravitatorias) se han convertido en la partícula más buscada de la física?

Sí, efectivamente. Las ondas gravitatorias se han detectado indirectamente en el púlsar binario de Hulse-Taylor [constituido por dos estrellas de neutrones]. Aunque no se han detectado de manera directa por LIGO, u otros detectores de ondas gravitatorias terrestres, es muy plausible que se detecten en los próximos años. Hasta hace poco se pensaba que la detección de los gravitones, los cuantos asociados a las ondas gravitatorias, estaba fuera del rango observacional, debido



«MIS INCLINACIONES CIENTÍFICAS ERAN PARALELAS A LAS QUE SENTÍA POR EL ARTE Y LA MÚSICA. ME INFLUYÓ MUCHO SU PROFUNDIDAD Y SU BELLEZA»

a su casi negligible interacción con la materia. Eso ha cambiado radicalmente con la posibilidad de detectar los gravitones creados por la rápida expansión del universo primitivo. Medidas de alta precisión en la polarización del fondo cósmico de microondas pueden detectar la señal producida por gravitones creados en los primeros instantes de la expansión del universo. Solo esta fuente puede ser suficientemente potente para crear señales mensurables. La colaboración BICEP2 afirma haber detectado las señales de estos gravitones. El satélite Planck ha detectado también señales semejantes debidas al polvo galáctico. Ambos grupos están colaborando conjuntamente para poder dar una respuesta conclusiva. De confirmarse, la detección de las señales de los gravitones sería uno de los mayores logros científicos de nuestro tiempo.

Obviamente, usted habría podido ser ya de muy joven profesor en Harvard o en cualquier otra universidad de las más codiciadas. ¿Por qué decidió quedarse en la Universidad de Wisconsin-Milwaukee?

Siempre lo he tenido claro. No queríamos que nuestros hijos se desarraigaran. No estaba dispuesto a eso para mejorar mi posición profesional. Puedo haber sido ingenuo, pero no me arrepiento.

Otra pregunta personal. Usted toca el piano y también colecciona pinturas del siglo XVII. ¿Cómo han influido sus inclinaciones humanísticas en su trabajo y en su visión del universo?

De muy joven estaba fascinado por el arte y la música. Estudié los dibujos de artistas como Leonardo da Vinci e intenté reproducirlos. Disfrutaba dibujando a lápiz y carbón, y pintando acuarelas y al óleo. También me compré herramientas para esculpir en un bloque de mármol, pero era demasiado para mí. Estudié también piano de joven y de mayor... la música es tan bella. A los doce años empecé a interesarme por las ciencias y a leer con gran interés libros sobre átomos y núcleos. En el instituto me interesé por la química, la física, la biología y la genética de la mosca de la fruta. Pero estas inclinaciones eran paralelas a las que sentía por el arte y la música. Me influyó mucho su profundidad y su belleza. Realmente no he sentido nunca que hacía física como vocación o trabajo, sino como un arte. Aún me siento, al investigar, como un artista. Lo hago lo mejor que puedo, aunque esté ya jubilado. ☺

José Navarro Salas. Catedrático de Física Teórica. IFIC - Universitat de València.