



GAMOW, ALPHER Y EL BIG BANG

George Gamow, ruso, nacido en Odessa (ahora Ucrania) en 1904 y fallecido en Colorado, EE.UU., en 1968, tuvo un matrimonio tempestuoso y fue un bebedor empedernido, además de un redomado cotilla y un bromista de leyenda.

Sin embargo, esta vida agitada no fue óbice para que Gamow realizara contribuciones sustanciales a temas que fueron desde la cosmología y la física atómica hasta la genética y el ADN. Gamow fue también un excelente divulgador de la física, y sus libros *Biografía de la Física* así como la serie *Mr. Tompkins* son, a pesar del paso del tiempo, una estupenda lectura para todo aquel que guste de la ciencia en general y de la física en particular.

Gamow estudió entre 1923 y 1929 en la Universidad de Leningrado (ahora San Petersburgo). Estuvo un tiempo bajo la dirección del cosmólogo Alexander Friedmann, con quien quiso haber hecho su tesis doctoral. Desgraciadamente, el proyecto se truncó debido a la temprana muerte de Friedmann en 1925.

En Leningrado hizo amistad con otros tres estudiantes famosos, Lev Landau, Dmitri Ivanenko y Matveiy Bronshtein, con quienes se reunía regularmente para discutir los artículos de física cuántica de la época. Haciendo honor a su fama de bromista y ocurrente sin igual, llamó a este grupo «Los Tres Mosqueteros».

Gamow era un erudito sin par que vivía por y para la ciencia y, como es normal, también se equivocaba. En palabras de Edward Teller, en tiempos colaborador de Gamow, «el noventa por ciento de las teorías de Gamow eran, o se demostraron ser, equivocadas, pero eso no le importaba. Podía deshechar la última de sus ideas y lue-



FIGURA 1. George Gamow. (Todas las imágenes son cortesía del autor)

go considerarla como una broma.» Vera Rubin, astrónoma, que estudió con Gamow, recuerda que «podía plantear cuestiones que se adelantaban a su tiempo. Además, no sentía ningún interés por los detalles; en muchos aspectos puede que no fuera *competente* como para verificar muchos de los detalles... Era como un niño.» Aunque esto parece ser cierto, Gamow tenía una intuición y un conocimiento de la física impresionantes y, como se verá, fueron cruciales para dar un impulso definitivo a la teoría del Big Bang.

EL DECAIMIENTO DE LAS PARTÍCULAS ALFA

En 1928, con apenas 24 años, Ga-

mow resolvió un problema que traía de cabeza a los físicos atómicos: el problema del decaimiento de las partículas alfa (un tipo de decaimiento radiactivo por el que un núcleo atómico se transforma en otro de número másico menor en cuatro y número atómico menor en dos). Para ello, Gamow propugnó como explicación el efecto de túnel cuántico, aplicando así los aspectos más innovadores de la física de la época (recordemos que la teoría cuántica se estaba desarrollando y era muy novedosa entonces). A la edad de 28 años fue elegido miembro de la Academia de Ciencias de la URSS, siendo uno de los miembros más jóvenes de todos los tiempos.

Gamow continuó trabajando en varias instituciones de la URSS, pero la opresión le hizo pensar en abandonarla junto a su mujer. Tras varios intentos fallidos, en 1933 se presentó la ocasión, con motivo de la 7ª Conferencia Solvay, donde la ayuda de Marie Curie y otros físicos fue esencial. Después de dejar la URSS, Gamow trabajó en varias universidades de Europa hasta que se trasladó de modo definitivo a los EE. UU. en 1934.

Durante su larga estancia como profesor en la Universidad George Washington fue donde se gestaron, con la ayuda fundamental de Ralph Alpher, los trabajos cruciales que derivarían en soporte básico para un Big Bang «caliente», así como la predicción de una radiación residual, la ahora conocida como fondo cósmico de microondas, y por cuyo descubrimiento recibieron el premio Nobel...

Penzias y Wilson, de quienes hablaremos en otra ocasión. Gamow aceptó a Alpher, hebreo de origen bielorruso, como doctorando, e inmediatamente lo puso a trabajar en un tema muy relevante en la época y que sería su tesis doctoral: el origen de los elementos químicos en el Universo. La preparación en física atómica de Alpher, así como su profundo conocimiento de la matemática aplicada, fueron esenciales para que él y Gamow resolvieran, junto con Robert Herman, el problema básico de la abundancia de elementos en el universo.

EL UNIVERSO PRIMORDIAL Y EL YLEM

Gamow había sido el primero en sugerir que el universo primordial estaba hecho de un «ylem» (es decir, «material primordial» en griego, otra más de las ocurrencias de Gamow), que estaría constituido únicamente de neutrones a temperaturas de diez mil millones de grados (1). Para poder explicar la abundancia de los elementos químicos, Gamow sugirió también que era necesario un proceso fuera de equilibrio, y que éste funcionase durante un corto intervalo de tiempo. Esta idea se confirmó en detalle en el trabajo que en abril de 1948 publicaron Alpher, Herman y Gamow (2) y que constituyeron los resultados principales de la tesis de Alpher. En las primeras fases de este universo caliente, la progresiva captura de neutrones daría lugar a la formación de deuterio, helio y elementos más pesados. Aunque la abundancia de elementos más pesados que el helio no puede explicarse de modo satisfactorio en el marco de esta teoría, es cierto –como hoy sabemos– que el único modo de explicar la abundancia de hidrógeno y helio en el universo es precisamente el modelo de un universo temprano extremadamente caliente.

Cabe resaltar que muchos científicos citan erróneamente otro artículo, publicado el mismo año 1948 por Alpher, Bethe y Gamow (3), como el trabajo donde se da



De izquierda a derecha, Robert Herman, George Gamow (saliendo del «líquido» primordial «ylem») y Ralph Alpher, en una broma que seguro fue del agrado de Gamow.

la primera explicación a la formación de los elementos químicos en el universo, lo que no es cierto. Este artículo, conocido jocosamente como el artículo $\alpha\beta\gamma$ por las iniciales de los autores, fue la enésima broma de Gamow, y desgraciadamente solo sirvió aquí para que el público pensara que la mayor parte del crédito era de Gamow y Bethe. En realidad, Bethe no hizo absolutamente nada para el artículo, salvo el acceder a estar en él. Gamow debió de pensar que sería muy efectista juntar el inicio del universo con el inicio del alfabeto griego.

Gamow también propuso que debería ser posible detectar la radiación residual del Big Bang. Calculó que, tras haber recorrido el universo desde su inicio hasta la actualidad, la radiación debería detectarse en la banda de las microondas. Incluso sugirió que la antena de los laboratorios Bell, en Holmdel, podría servir a tal fin. Sin embargo, el crédito a la famosa estimación de los 5 grados Kelvin no debe darse a Gamow, sino a Alpher y Herman, quienes publicaron esta predicción en *Nature*, en 1948 (4). Desgraciadamente, tanto el trabajo de Alpher y Herman como la sugerencia de Gamow cayeron en saco roto y tuvieron que pasar más de quince años hasta que la radiación de fondo cósmico se detectara, de manera completamente fortuita, y sin que ni los laureados con el premio Nobel ni otros cosmólogos citaran los pioneros y fundamentales trabajos de Alpher, Herman y Gamow.

En la bibliografía se tiende actualmente a darle más valor al trabajo de Alpher (olvidando a Herman, por cierto), dado que hizo

los cálculos detallados que el más volátil Gamow nunca se habría preocupado por hacer. Lo cierto es que Alpher, que había estado trabajando –hasta que inició la tesis con Gamow– en proyectos de física aplicada para los militares de los EE.UU., tuvo la gran fortuna de tener a alguien como Gamow como director. Gamow fue quien le propuso el trabajo y le dio una enorme independencia, así como una estupenda guía en el trabajo. Así pues, a pesar del actual revisionismo, podemos simplificar diciendo que, sin Gamow (ni Herman), posiblemente Alpher no habría realizado nunca los trabajos fundamentales que realizó en aquel tempestuoso 1948. (A)

NOTAS:

(1) Gamow, «The Expanding Universe and the Origin of Elements», *Physical Review*, 70: 572-573 (1946).

(2) Alpher, Herman & Gamow, «Thermonuclear Reactions in the Expanding Universe», *Physical Review*, 74: 1198-1199 (1948).

(3) Alpher, Bethe & Gamow, «The Origin of Chemical Elements», *Physical Review*, 73: 803-804 (1948).

(4) Alpher & Herman, «Evolution of the Universe», *Nature*, 162: 774-775 (1948).

Para saber más: P. J. E. Peebles, «Discovery of the Hot Big Bang: What happened in 1948», arxiv-preprint (2013).

Miguel Ángel Pérez-Torres es científico titular del Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC).



Para contactar: torres@iaa.es