

RESEÑA

The Inflationary Universe: The Quest for A New Theory of Cosmic Origins. Alan H. Guth. 358 páginas. Addison-Wesley, 1997. \$25.00.

La teoría del “big bang”, según la cual nuestro universo comenzó con la expansión de una inmensa densidad, está generalmente aceptada hoy día como la explicación de la evolución del cosmos. La teoría del universo inflacionario representa un avance importante en el conocimiento del desarrollo del “big bang”. El descubridor de esta teoría, Alan H. Guth, actualmente catedrático de física en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), nos narra sobre su hallazgo, y a la vez explica la teoría y su importancia para la cosmología. El libro es un ejemplo de la escritura científica popular sobresaliente, pues no solo comunica ideas científicas de actualidad de forma accesible para las personas de educación general, sino que logra manifestar, como puede hacer el descubridor de una teoría importante, el apasionamiento de los descubrimientos científicos.

La inflación del universo se refiere a un período muy breve de expansión extraordinaria que alegadamente experimentó el universo durante parte del primer segundo después del “big bang”. Comenzó cuando el universo apenas tenía 10^{-37} segundos y tuvo una duración posiblemente tan corta como 10^{-30} segundos, pero el universo se expandió por un factor de por lo menos 10^{25} . Esta expansión extraordinaria permite resolver cuestiones fundamentales que no podían explicarse a base de la teoría estándar del “big bang”, como, por ejemplo, el problema de “flatness” o llanura, el de horizonte y la falta de entidades raras como monopolos magnéticos que, según unas interpretaciones, deberían haber sido producidas durante el comienzo de la expansión.

El problema de “flatness” o llanura se refiere a la dificultad de explicar por qué nuestro universo parece estar tan cerca del punto crítico entre la expansión eterna y la contracción futura hacia un

punto de inmensa densidad conocido como el “big crunch”. Según la teoría estándar del “big bang”, el futuro del universo depende de su cantidad o densidad de masa. De haber suficiente masa para que su fuerza gravitatoria conjunta detenga la expansión, en algún momento el universo comenzaría a contraerse hasta llegar al “crunch”. Por otro lado, si no hay suficiente densidad de masa para detener la expansión, el universo continuaría expandiendo infinitamente, y su futuro sería la insignificancia de la muerte por falta de calor decretada por la segunda ley de termodinámica. Un universo con una densidad de masa precisamente en el punto crítico se conoce como llano (“flat”). Tal universo continuaría expandiéndose, pero con un ritmo decreciente que se acercaría a cero mientras pasa el tiempo.

De no haber estado el universo en su comienzo extremadamente cerca del punto crítico de densidad, no se había desarrollado semejante al nuestro. Al haber transcurrido un segundo del “big bang”, si la densidad de masa no hubiera estado dentro de una parte en 10^{14} del valor crítico, o sea, menos de 0.999999999999999 o más de 1.000000000000001 veces de la densidad crítica, el universo habría colapsado antes de haber habido tiempo para la formación de estrellas o habría expandido demasiado rápido para permitir la formación de las mismas. Sin embargo, anterior a la tesis de inflación, la teoría estándar no tenía modo de explicar esta cercanía de la densidad de masa al punto crítico; sencillamente tenía que asumirla como una coincidencia. La cuestión desaparece con la teoría de la inflación ya que, sea lo que fuera la densidad al comienzo, el crecimiento exponencial del período inflacionario encamina la densidad hacia el punto crítico con suma rapidez.

El problema de horizonte se refiere a la dificultad de explicar la uniformidad a grande escala del universo observado. Esta uniformidad está evidenciada, en primer lugar, por la homogeneidad hasta una parte en 100,000 de la radiación cósmica de fondo (temperatura de aproximadamente 2.724 grados Kelvin o grados sobre el cero absoluto). Se llama el problema “de horizonte” porque esa es la palabra clave de la teoría de la relatividad para referirse al límite de la efectividad de una causa en conformidad con la velocidad máxima de la luz. Para que una muestra llegue a un equilibrio según las leyes de la termodinámica, se requiere suficiente tiempo para que haya interacción entre todas las partes. La separación de las partes del universo en expansión de acuerdo con la teoría estándar del “big bang” no permite suficiente tiempo para que la totalidad del universo llegue a ese equilibrio evidenciado actualmente por la homogeneidad de la radiación cósmica de fondo. Esto explica el denominador “horizonte” de la cuestión. Por supuesto, la teoría estándar del “big bang”

no contradice la uniformidad del universo, pero tampoco la explica. Simplemente tiene que asumirla como una condición inicial.

La expansión exponencial de la teoría de inflación tiene como consecuencia esa uniformidad en temperatura del universo observado. Puede parecer contradictorio, ya que de ocurrir una expansión más rápida, las áreas deberían estar más dispersas con más rapidez, haciendo más difícil alcanzar el equilibrio. Pero la teoría de inflación estipula que el universo antes de la inflación era mucho más pequeño que lo que estipula la teoría estándar, y la velocidad límite de la luz no representa una barrera para que un área extremadamente pequeña alcance el equilibrio. Con la teoría de la inflación del universo, el problema del horizonte se desvanece.

La teoría suena demasiado buena, como si fuera una explicación **ad hoc** para los problemas cosmológicos mencionados. Sin embargo, como relata Guth, la teoría no surge inicialmente como un intento de resolver las cuestiones de horizonte y de llanura del “big bang”, sino como una explicación del problema de monopolos magnéticos de los GUTs (“grand unified theories” = gran teorías unificadas).

GUTs se refieren a una especie de teorías que intentan mejorar la explicación estándar de la física de partículas. Monopolos magnéticos son partículas hipotéticas que producen un campo magnético especial con sólo un polo sur o un polo norte, mientras que el campo magnético de magnetos ordinarios siempre consiste de dos polos de igual fuerza. La posible existencia de monopolos magnéticos ha sido tema de especulación desde que Paul Dirac en 1931 mostró su consistencia con la mecánica cuántica, pero nunca han sido detectados. Para Guth y Henry Tye, su colaborador en el tema de monopolos, la pregunta sobre la existencia de los mismos derivaba su importancia del hecho que si se podía probar que los GUTs predicen los monopolos, entonces la búsqueda de éstos podría servir de confirmación o des-confirmación de los GUTs.

La imposibilidad de producir monopolos en los aceleradores actuales llevó a Guth y Tye a cuestionar si habían sido producidos en el acelerador legendario que fue el “big bang”. Para explicar por qué no eran abundantes en el universo actual, Guth y Tye investigaron la posibilidad de una especie de superenfriamiento durante un período del “big bang”. Superenfriamiento se refiere a una situación en que una transición de fase se dilata mientras que la temperatura cae muy por debajo de la temperatura normal para la fase de transición. Por ejemplo, bajo circunstancias especiales, el agua puede superenfriarse sin que se congele hasta aproximadamente 20° centígrados bajo su punto normal de congelamiento. Guth y Tye propusieron que

si el “big bang” experimentó una especie de superenfriamiento alrededor de la fase de transición relacionada con los GUTs, se podía esperar que la producción de monopolos habría sido suprimida.

A su vez, la pregunta de un período de superenfriamiento durante parte del “big bang” llevó a Guth a indagar si se afectaría el grado de expansión durante ese período, y eso lo condujo a la teoría de inflación. Así que la teoría de la inflación del universo no surgió como una explicación cosmológica, sino más bien como resultado de una investigación sobre la teoría de partículas. Por supuesto, Guth inmediatamente percibió la importancia de la teoría para la cosmología, y la presentó como tal.

Aunque la teoría de la inflación del universo sigue siendo especulativa —por su naturaleza muchas cosas en el campo de la cosmología son especulativas—, después de diecisiete años sigue siendo un tema de consideración. Los resultados del Explorador de Fondo Cósmico (COBE - “Cosmic Background Explorer”), un satélite con la capacidad de medir, entre otras cosas, la falta de uniformidad en la radiación cósmica de fondo, han dado apoyo a la homogeneidad de esa radiación y, por consiguiente, a la teoría de inflación. Actualmente los cosmólogos siguen explorando nuevos aspectos de las distintas teorías de inflación, mientras que en el plano observacional hay por lo menos dos misiones espaciales planificadas (una para el año 2000 y otra para el 2004) que podrán arrojar luz sobre tales especulaciones. Sin embargo, sea como fuera el veredicto final sobre la teoría de inflación, su introducción ha coincidido con un cambio fundamental en la cosmología. La teoría clásica del “big bang” se conformó con hablar de lo que había pasado después de la “explosión”. Con la teoría de la inflación e ideas semejantes, también se ha podido especular sobre qué, cómo, y por qué explotó. La exposición del libro no estaría completa sin considerar tales temas como la posibilidad de la creación **ex nihilo**, o sea, el universo como una fluctuación del vacío, y la existencia de distintos universos de los cuales el nuestro posiblemente sólo sea uno (un “pocket universe”). Estos temas coinciden con la teoría de la inflación del universo.

Se recomienda el libro de Guth a todos los que desean conocer mejor los adelantos y retos de la cosmología actual.

Halley D. Sánchez
Universidad de Puerto Rico
Recinto Universitario de Mayagüez
Facultad de Artes y Ciencias