

Comentario al artículo "Teoría Física del Origen del Universo", de Mariano Ribón (Publicado en la Revista de Obras Públicas de Marzo de 1971.)

Por ENRIQUE UNDIANO *Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.*

He leído el artículo "Teoría Física del Origen del Universo" de D. Mariano Ribón, así como los comentarios de D. Adolfo González Olivéros y D. Clemente Alvarez. Me alegra que los Ingenieros de Caminos también se ocupen y opinen de cuestiones ajenas a nuestra profesión, aunque sea en calidad de "aficionados", y, como tal, como profano, quiero también exponer algunos puntos de vista sobre los problemas tratados:

1.º Creo que en la actualidad está casi unánimemente admitido que nuestro Universo se halla en expansión (Friedman, Lemaître, Hubble, Tolman, Milne, Gamow, Liellmanov, Ambautsumian, Naan, etc.), ya que el corrimiento de las rayas del espectro hacia el rojo es debido, según la opinión más generalizada, al efecto Doppler y no al "envejecimiento" de los fotones u a otras explicaciones que se han intentado dar, pero que no han podido ser confirmadas. Creo también que no puede ser rechazada todavía la repulsión de Hubble.

2.º Basándose en el descubrimiento de Hubble, de que la velocidad de distanciamiento de las galaxias es directamente proporcional a sus distancias (la velocidad aumenta aproximadamente 150 Km/seg. por cada incremento en la distancia de 5 millones años-luz), es como se ha podido calcular, a partir del radio del Universo, la antigüedad de éste, que se considera en la actualidad aproximadamente de $2,5 \cdot 10^{17}$ segundos, según datos de 1970 (magnitud del mismo orden que $0,53 \cdot 10^{17}$ seg. dada por nuestro compañero Mariano Ribón, haciendo referencia quizá a otros autores, o bien por tratarse de dato más antiguo). No se pretende con esto asegurar la exactitud de dichos datos, ya que son aproximados y pueden incluso variar totalmente en el futuro, pero sí podemos actualmente tomarlos como buenos, pues están "justificados" y admitidos hoy en día dentro de unas teorías que hasta la fecha no han sido refutadas. Además, como dice nuestro compañero Mariano Ribón, "las pruebas llevadas a cabo con meteoritos lle-

gados a nuestro planeta parecen confirmar dicha edad".

3.º ¿Qué significado tiene la edad de $2,5 \cdot 10^{17}$ seg. para nuestro Universo? Esta edad indicaría el momento cero del comienzo de su expansión a partir de un Universo superdenso, cuyo radio se estima que fue de unos 100 millones de kilómetros, aproximadamente, y que ha pasado en la actualidad a 10.000 millones de años-luz, y con una densidad media que se estima en $3 \cdot 10^{-31}$ gr. cm^{-3} . Los partidarios de las teorías creacionistas ven en aquel momento cero la Creación del Universo y de la materia que lo compone por un Ser Supremo; otros, como Tolman, Milne, Bondi, Hoyle, Siellmanov, Ambontsumian, etc., ven en él solamente el comienzo de una nueva fase de transformación eterna del Universo y de la materia. Algunos, como Tolman y Milne, van más allá y consideran que el Universo pasa por etapas de expansión, seguidas de otras de contracción, dando al fenómeno un carácter cíclico y eterno. Estas teorías están todavía por demostrar y ni siquiera se sabe si afectan a "todo" el Universo o solamente a "nuestro" Universo, pues algunos astrónomos, como Milne y otros, consideran que existen muchos Universos-islas incomunicados entre sí, e incluso es sabido que últimamente se ha hablado de la posible existencia de Universos formados por antimateria. Nuestro compañero Mariano Ribón también parece no dudar de la existencia de otros Universos, como se desprende de su artículo.

Como se ve, la demostración científica de la verdad o falsedad de las teorías creacionistas dista mucho todavía de ser una realidad, y solamente la fe en la existencia de un Supremo Creador o en la eternidad del Universo y de la materia puede inclinarnos hacia un lado u otro. Por tanto, me uno a nuestro compañero A. S. Oliveros al considerar que no es un hecho incontrovertible el de la Creación, ni creo que según la "Ciencia Actual" sea evidente la existencia de un principio del Universo. Ahora bien, si el autor

del artículo está convencido que el Sumo Hacedor creó el Universo de la Nada, junto con nuestro compañero Clemente Alvarez hago la siguiente pregunta ¿qué sentido tiene entonces la fase de razonar sobre fenómenos acaecidos antes de la Creación? Es evidente que si no existía nada no podía haber ninguna clase de fenómenos.

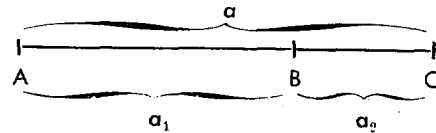
4.º Estoy de acuerdo con el autor en que no se han encontrado partículas con velocidades superiores a la de la luz, ni creo que puedan existir, ya que esto hubiera echado por tierra la Teoría de la Relatividad, o por lo menos habría limitado extremadamente el campo de su aplicación, cosas que hasta la fecha no han tenido lugar. Sin embargo, la Teoría de la Relatividad afirma no solamente que la velocidad de la luz es la máxima posible en el Universo, sino también que esta velocidad es constante. La fórmula propuesta por nuestro compañero Mariano Ribón demostraría por qué la velocidad de la luz es la máxima observada, pero no por qué tampoco se observa que la velocidad de la luz sea inferior a c , igual a $0,5 c$, por ejemplo, como pregunta nuestro compañero C. Alvarez. Por otra parte, parece ser, que el radio del Universo se estima hoy en día en 10^{28} cm (10.000 millones de años-luz), lo que daría un valor para la velocidad de la luz, según la fórmula propuesta por el autor de 130.000 Km/seg. También la masa del Universo parece que se considera igual a $1,3 \cdot 10^{54}$ gr (correspondiente a una densidad media de $3 \cdot 10^{-31}$ gr. cm^{-3} , como hemos dicho antes), lo que reduciría la velocidad de la luz a 42.000 Km/seg. Además, en un Universo en expansión, en el que el radio varía constantemente, habría que admitir que la velocidad de la luz también varía constantemente y que habría sido en el pasado enormemente superior y sería en el futuro enormemente inferior a la actual. Todo esto parece muy dudoso.

El porqué de la velocidad máxima del Universo, igual a la de la luz c , creo que se explica mejor partiendo de la conocida fórmula de la Relatividad:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

en la que si damos a una de las velocidades (o incluso a las dos) el valor de c , vemos que la velocidad total es igual a c y nunca puede so-

breparar dicho valor. Esta fórmula que puede parecer un tanto caprichosa o artificial, y que se deduce partiendo de las fórmulas de transformación de coordenadas de Lorentz, o bien aplicando las leyes sobre la proporcionalidad de masa y energía, y sobre la conservación de la cantidad de movimiento, puede también ser fácilmente demostrada y comprendida, partiendo de las características geométricas del espacio. Si consideramos un espacio de curvatura negativa para el que no es válida la Geometría de Euclides, sino la de Lobachevskiy, se puede demostrar que la distancia a_{AB} entre dos puntos A y B en el espacio de velocidades determina la velocidad relativa v_{AB} entre dichos puntos, de manera que $v_{AB} = f(a_{AB}) = c \operatorname{th} a_{AB}$. Si, por ejemplo, de la Tierra parte un cohete con una velocidad v_1 comparable a la de la luz, del cual más tarde sale otra nave en la misma dirección con velocidad v_2 , la velocidad de esta última respecto de la Tierra se determina de la manera siguiente. En el espacio de velocidades los puntos A, B y C que representan las velocidades de la Tierra, del



cohete y de la nave están en una misma recta; a_1 representa la velocidad del cohete respecto de la Tierra y a_2 la velocidad de la nave respecto del cohete. La velocidad de esta última respecto de la Tierra será $a = a_1 + a_2$ (o sea, que en los casos "relativistas" se suman no las velocidades, sino las distancias en el espacio de velocidades). Por tanto, la velocidad buscada:

$$v = c \operatorname{th} a = c \operatorname{th} (a_1 + a_2) = c \frac{\operatorname{th} a_1 + \operatorname{th} a_2}{1 + \operatorname{th} a_1 \cdot \operatorname{th} a_2}$$

de donde:

$$v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

Vemos, por tanto, que la fórmula se deduce también como función de las propiedades geométricas del espacio, aplicando la Geometría de Lobachevskiy.

5.º Creo que se confunden los conceptos de materia, masa y energía. En mi opinión, todo lo que existe de una manera real fuera del espíritu

es materia, que puede presentarse en forma de masa o en forma de energía.

6.º No parece que se pueda dudar de las ecuaciones de Lorentz, ya que aparte de los fotones, cuya masa de reposo $m_0 = 0$, no se ha observado ninguna otra partícula o cuerpo con $m_0 \neq 0$ que se desplace a la velocidad de la luz. Matemáticamente la cuestión no ofrece dudas, ya que de:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

se desprende que si $m_0 \neq 0$, $m = \infty$, la masa será infinita; también despejando v se obtiene:

$$v = c \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}$$

indicando que solamente si $m_0 = 0$, v puede ser igual a c . Hay que señalar que solamente es igual a cero la masa de reposo del fotón, y que

éste, debido a la velocidad que lleva, normalmente tiene una masa m , que varía según la longitud de onda, y que puede ser igual a 1/10 de la masa de reposo del electrón, de 10 veces la masa de éste o incluso superior a la masa del protón en los rayos cósmicos.

7.º No me atrevo a rechazar o aceptar la teoría expuesta por nuestro compañero Mariano Ribón, ya que existen también otras hipótesis sobre la oposición de las Novas y Supernovas, así como de la materia interestelar. Por otro lado también las hay sobre la existencia de otros Universos. Pero todas estas hipótesis y teorías están sin confirmar, y su demostración se sale del marco de los limitados conocimientos nuestros, como profanos, en estas materias, por lo que creo que corresponde llevarla a cabo a los especialistas en Cosmogonía y Cosmología, ante los cuales, con el nacimiento de la primera estación espacial de investigación alrededor de la Tierra, fuera de la influencia de la atmósfera, se les abren inmensas perspectivas.