

A PROPOSITO DE LA EDAD DEL UNIVERSO

POCOS casos habrá en la historia de la Ciencia en que se haya obrado, en tan poco tiempo, un cambio de posición tan radical como el que ha experimentado, en estos últimos años, la opinión de los astrónomos sobre la edad que hay que asignar al Universo. Argumentos que, durante lustros, habían sido considerados como pruebas perentorias de la llamada *escala astrofísica o larga*, que no se contenta con una duración del Cosmos inferior a las decenas de billones de años, han sido juzgados, de pronto, como desprovistos de solidez. Quizás llevados del fogoso entusiasmo que toda novedad despierta, los defensores de la *escala cosmológica o corta*, que reduce tal duración a menos de una milésima parte, han ido, a veces, más allá de la raya, y han querido sacar de sus razones consecuencias que, en realidad, ya no entrañaban. Sea de ello lo que fuere, creemos que una rápida ojeada a la trayectoria seguida por esta cuestión, no podrá menos de interesar a todo el que se dedica al estudio de las Ciencias positivas; pues es siempre provechoso comprobar, en un caso concreto, hasta qué punto es cierta la atinada observación que, en su conferencia del 18 de febrero de 1931, ante la Academia de Ciencias de Prusia, formulaba Schrödinger, al afirmar que, siempre que en el curso de una investigación o en la elaboración de una teoría, es preciso elegir entre varios hechos o métodos, no es fácil sustraerse al influjo del factor psicológico, y se corre el riesgo de hacer perder objetividad al trabajo, dándole, aun sin sospecharlo, un giro íntimamente ligado con las opiniones y aun prejuicios del medio ambiente.

I

Los argumentos que se suelen aducir en defensa de la escala larga son de dos géneros. Los que se basan en el tiempo necesario para la evolución de cada estrella en particular y los que se apoyan en el exigido por la de diversas agrupaciones del astro.

Es un hecho que todas las estrellas conocidas se agrupan en un cierto número de tipos, según su espectro; y que esta diversidad obedece, no precisamente a diferencias en su constitución química, sino a la temperatura a que su superficie se encuentra. Así, comenzando por las de tipo M, que se hallan a unos 3.000° C, y siguiendo por las K, que están a 4.000°, llegamos a las B, que se encuentran a 20.000°, y las O, a 25.000°, pasando por las G, F y A, cuya temperatura media superficial es de 5.600°, 7.500° y 10.000°, respectivamente. Ni faltan casos extremos de 75.000° en algunas del tipo llamado de Wolf-Rayet, variante de la O, ni de solos unos 1.000°, como en la componente supergigante infrarroja del binario ϵ Aurigae, recientemente estudiada. Pero no es esto todo: también el brillo, volumen, masa, densidad y velocidad varían con los diversos tipos espectrales, y guardando con la temperatura y entre sí una correlación bastante estrecha.

La misma tendencia que en el campo de la Biología había inducido a considerár todas las formas vivientes como evolución sucesiva las unas de las otras, movió a los astrónomos a aplicar igual criterio a los tipos estelares; y justo es reconocer que con más razón en este caso que en aquél, ya que sólo diferencias accidentales separan unas estrellas de otras. Ahora bien, como la única causa capaz de explicar la progresiva pérdida de temperatura y brillo era la radiación, y, por lo que más tarde se ha podido comprobar, al constatarse en el laboratorio la desaparición de electrones positivos, seguida de emisión de fotones, basta también ella para dar cuenta de la disminución creciente de las masas, se ideó un modelo evolutivo, a partir de la estrella gigante, de elevadísima temperatura y gran masa, aunque, por razón de su volumen, de pequeñísima densidad, hasta la estrella

pigmeo, de baja temperatura y masa pequeña, aunque de densidad a veces, enorme, de resultas de la no menos enorme contracción del volumen. Cuánto tiempo podría necesitar una estrella para recorrer este ciclo, pareció posible determinarlo, desde que se conoció la que podríamos llamar velocidad de desgaste de diversos astros. Partiendo de la luz y calor irradiados, calcúlase que nuestro Sol se consume a razón de cuatro millones de toneladas por segundo, es decir, que, por radiación, viene a perder cada año la diezbillonésima parte de su masa. Estrellas se conocen, como las del par de J. A. Pearce o las del H. D. 698, cuya masa es más de cien veces la del Sol. Abundan las que la tienen doble, quíntuple y aun décuple. Suponiendo, pues, que el Sol hubiese comenzado a existir con una masa algunas veces superior a la actual, y que su velocidad de desgaste se haya mantenido constante, su pasado exigiría no menos de unos treinta o cuarenta billones de años. Si preferimos admitir un proceso evolutivo cada vez más lento, lo que, en realidad, parece más probable, la ley asintótica de Eddington no nos permite bajar de cerca de siete billones de años. La vida del bosque, con razón, se estima superior a la de los árboles individuales: luego la duración de todo el conjunto estelar debe exceder, naturalmente, a la cifra que hallamos para nuestro Astro-Rey.

El principal de los argumentos del segundo grupo, es el que se basa en la equipartición de la energía cinética de las estrellas de la Vía Láctea. Cuando se mezclan dos gases de moléculas de masas desiguales, establécese, por difusión, un equilibrio bien conocido: a consecuencia de los innumerables choques que entre sí experimentan, las moléculas ligeras adquieren, en conjunto, velocidades grandes, en tanto que la generalidad de las pesadas siguen moviéndose con mayor lentitud. El producto de la masa de cada categoría de moléculas por el cuadrado de su velocidad media, llega a ser el mismo para todas: este estado se llama de equipartición.

De antiguo se han sentido atraídos los astrónomos por la idea de comparar las estrellas con las moléculas de un gas; y ya en 1911, lanzó Halm la hipótesis de que quizás la Vía Láctea se hallaba en es-

tado de equipartición. La proposición no cayó en el vacío; y, de resultas, en 1922, apoyándose en los datos de todas las estrellas hasta entonces suficientemente estudiadas, pudo afirmar Seares que así ocurría de hecho, aunque no de una manera absoluta, sino con una dispersión en los valores aproximadamente igual al 10 por 100 del valor medio. Los estudios posteriores han confirmado el aserto. Ahora bien, el único mecanismo capaz de llegar a establecer en la Vía Láctea este estado, es la modificación progresiva de la velocidad de los astros de menor masa, a consecuencia de las perturbaciones producidas en sus órbitas por otras estrellas, al pasar por sus inmediaciones. No se trata, naturalmente, de choques directos o pasos próximos; pues, aun en el caso de que la Vía Láctea llegase a contener un billón de estrellas (número a todas luces por encima del verdadero, ya que los cálculos de extrapolación más amplios escasa-mente llevan a los 30.000 millones), la posibilidad de que se produzcan choques directos o bien pasos capaces de producir desviaciones en las órbitas de 90° , de 4° y aun de sólo 1° , es tan pequeña, que no podría producirse, de los primeros, sino uno cada 300.000 años; uno cada 20.000, de los segundos; y de los restantes, uno cada 25 y cada 2 años, respectivamente. Sólo los pasos lejanos, a distancias no inferiores a 120 veces la que separa la Tierra del Sol, capaces de producir tan sólo una desviación de $1'$, de los cuales puede llegar a haber 500 en un año, y mejor aún, a un año de luz de distancia, en el cual caso, la desviación no pasará de $6''$, pero de los que pueden llegar a producirse 50.000 en un año, son capaces de ejercer una influencia apreciable. Pasos a distancias mayores, v. gr., de un parsec (= $3'26$ años de luz), no ejercen influencia apreciable en el cálculo. El resultado total de los pasos, al cabo de un tiempo t , es añadir a la velocidad de una estrella, con respecto al centro de gravedad del conjunto de las demás una componente v , cuyo valor aproximado viene dado por la fórmula $v^2 = 10^{-11} t \text{ Km/s. por año}$. Al cabo de mil millones de años las velocidades habrán aumentado en 100 m/s.; al cabo de cien mil millones, en 1 Km/s.; sólo al cabo de diez billones de años será el aumento de 10 Km/s. El tiempo necesario para que la velocidad

media de una estrella llegue a duplicarse, resulta así de unos treinta billones de años. Es lo que suele llamarse *tiempo de relajación*, y se mira como el mínimo indispensable para que pueda establecerse, hasta el grado dado actualmente por la observación, la equipartición de la energía.

Otras dos modalidades de este mismo argumento, las proporciona la consideración de las estrellas dobles y de los enjambres. Si consideramos las primeras como moléculas diatómicas del gas a que hemos asimilado la Vía Láctea, al cabo de un tiempo infinito, sus movimientos internos deberían haberse distribuido uniformemente. Dado el grado de uniformidad que en ellos se observa, parece que el tiempo preciso para alcanzarlo oscila entre uno y diez billones de años. En cuanto a los enjambres, se interpreta el que consten casi exclusivamente de estrellas de gran masa, como consecuencia de haber ido siendo expulsadas las de masa menor por la acción gravitatoria de sus compañeras; para lo cual, parece que el lapso de tiempo necesario es también del mismo orden.

Fácil es ver que todos estos argumentos se apoyan en un principio evolucionista; y, naturalmente, mientras el postulado de que la evolución es la ley ineluctable a la que están sometidos todos los procesos cósmicos fué una especie de idea tabú, a la que estaba vedado tocar, pocos pensaron en someter a un examen crítico el valor de tales pruebas. Sus voces se habrían perdido en el desierto o logrado, a lo más, que se introdujesen en ellas retoques accidentales, pero en modo alguno que se dudase de su valor intrínseco.

Y es notable que dificultades de verdadera monta pudiesen ser tomadas tan poco en consideración. Comenzando por lo que toca a la evolución estelar, exigía, sin duda, la teoría que, a medida que avanzase el tipo espectral, disminuyese, con la temperatura, la masa y el brillo del astro. Pero como se tropezó con tipos que contenían, a la vez, estrellas gigantes y enanas, se obvió esta dificultad con la teoría de Ritter de la evolución en dos ramas, según la cual, cada estrella pasa dos veces por cada tipo espectral; una en la parte ascendente de su existencia y otra en la descendente. Como punto de

partida, se tomó la hipótesis de Homer Lane, fundada en el equilibrio adiabático y en la ley de los gases perfectos, de que una masa gaseosa, aislada en el espacio, al contraerse, por la acción continua de la gravedad, puede aumentar su energía calorífica en proporción mayor que las pérdidas que le causa la radiación. En tal caso, la vida de toda estrella se dividiría en tres fases, separada la primera de la segunda, por el máximo de brillo, y ésta de la tercera, por el de temperatura, pasado el cual, ambos elementos disminuirían definitivamente, de un modo lento, pero continuo.

Como el tipo espectral es función de la temperatura, toda estrella (por hablar sólo de los tipos más frecuentes), comenzando por ser del tipo M, pasaría, sucesivamente, por el K, G, F y A, hasta llegar al B, para volver luego a descender hasta el M, por el A, F, G y K. Los dos pasos por el mismo tipo se diferenciarían en que, mientras en el correspondiente a la rama ascendente presentarían los astros gran masa y volumen, con densidad muy pequeña, en el de la rama descendente serían muy pequeños la masa y el volumen y muy elevada la densidad. De hecho, las de tipo M se dividen, así, en gigantes y enanas. En cuanto a las restantes, bien conocido es el célebre diagrama de Hertzsprung-Russell, en el que, clasificadas las estrellas según sus tipos espectrales, por temperaturas decrecientes tomados como abscisas y sus magnitudes absolutas como ordenadas, la mayoría quedan agrupadas en dos bandas: una diagonal descendente, en la que se encuadran los astros que, por creerse ya llegados al descenso de su existencia, parecen irse enfriando y disminuyendo de brillo a medida que el tipo espectral pasa del B al M; y otra horizontal, en las que figuran aquéllas que, por describir todavía, al parecer, la rama ascendente, presentan una magnitud absoluta estacionaria, por compensar su aumento intrínseco de brillo y temperatura las pérdidas provenientes de la contracción de su superficie, bajo la acción de la gravedad. El diagrama de Hertzsprung-Russell cobra todavía mayor fuerza cuando se le confronta con la correlación hallada por Eddington, entre el brillo y la masa.

A pesar de ser muy ingeniosa, esta explicación dista, evidente-

mente, de ser un argumento que convenza. No es lo mismo idear una disposición sistemática verosímil del recorrido que podría seguir la trayectoria evolutiva de una estrella, caso de ser su evolución real, que probar que tal evolución ocurre de hecho. Todo argumento basado en el diagrama de Russell y otros análogos, no pasa de la categoría de los que se aducen en el terreno biológico, cuando se invoca, como prueba del proceso evolutivo, la continuidad de formas anatómicas que se observa en la escala de los seres. Pero, además, tropieza la teoría de la evolución estelar con dificultades de verdadera monta.

Y, en primer lugar, ¿cómo explicar que comience, de repente, por el estado de estrella gigante, con brillo y masa enormes? ¿No está ello en contradicción con los mismos postulados del evolucionismo, en que siempre se parte de estados embrionarios? Se ha intentado contestar que, efectivamente, el estado de estrella gigante se halla precedido por un período en que la luz emitida crece, a partir de cero; pero que, por lo rápido del incremento térmico en esta etapa inicial, es apenas posible dar con estrellas que se hallen en la misma. Esta respuesta no es satisfactoria, pues la dificultad no excluye la posibilidad y, sobre todo, no justifica el uso, adoptado por algunos, de clasificar, «a priori», entre las de la rama descendente, todas las estrellas de brillo débil; pues el brillar poco, lo mismo que de haber perdido ya el brillo, puede provenir de no haberlo alcanzado todavía.

En segundo lugar, aunque es cierto que la vida de un hombre y aun de toda la Humanidad, son demasiado breves para poder seguir la evolución de astro alguno, es todavía evidente que, si consideramos las distancias que de los astros nos separan, mientras de unos, los situados a pocos años de luz, se puede decir que contemplamos su historia contemporánea, de otros, distantes de nosotros miles y millones de parsecs, estamos presenciando su pasado. ¿No parece lógico, si la evolución estelar es un hecho, que entre éstos últimos deberían abundar los tipos espectrales primitivos, en tanto que entre los primeros deberían predominar los más evolucionados? Pues

bien, tal selección natural no se establece, y los tipos aparecen mezclados, sin preponderancia alguna. Es algo análogo al contratiempo con que tropieza el transformismo, cuando se encuentra con que en el primario hay ya formas animales tan perfectas como sus congéneres del cuaternario.

Pero, además, ni los diagramas de Hertzsprung-Russell y Eddington, ni mucho menos la hipótesis de Lane, deben creerse a cubierto de toda crítica. Por no alargarnos demasiado, baste decir que del diagrama brillo-masa de Eddington, opina Jeans que cualquier masa puede adaptarse, por un proceso adecuado, a cualquier intensidad de radiación; y de la hipótesis de Lane y, en general, de cuantas se apoyan en los mismos principios, ha hecho una crítica tan tajante Veronnet, uno de los más destacados valores de la moderna Cosmogonía, que en su obra *Constitution physique des Etoiles*, publicada en 1938, ha llegado a escribir estas palabras: «Esta hipótesis de los gases perfectos es verdaderamente maravillosa: con ella, es posible realizar a voluntad cualquier evolución, en cualquier sentido».

No menos se prestaba a impugnaciones la prueba deducida del estado de equipartición. Por ser él consecuencia de los pasos, es inevitable que, al mismo tiempo que dicho estado, resulten de los pasos los otros efectos que deben ellos producir, a saber, que en cada región de la Vía Láctea se unifiquen los movimientos de conjunto de cada clase de estrellas, de suerte que, considerando todas las de tipo B o de tipo M, sus velocidades de conjunto sean iguales, y, además, que sus velocidades residuales, resultantes de restar de la observada en cada estrella la de conjunto del tipo a que pertenece, estén todas dirigidas al azar y queden distribuidas en valor absoluto, según la ley de Maxwell. ¿Ocurre así en la realidad? Pronto se tropezó con que la velocidad del Sol, referida a los diversos tipos espectrales, no era constante, lo cual argüía que variaba la velocidad de conjunto de tales grupos. Pero se creyó explicarlo suficientemente, atribuyéndolo a errores de determinación. Más grave fué el hallazgo de las grandes corrientes estelares de Kapteyn y la distribución elipsoidal de las velocidades, puesta de manifiesto por Schwarzschild.

Con todo, se estaba tan sugestionado por los puntos de concordancia que parecían hallarse entre la teoría y la observación, y de manera particular por la equipartición de la energía, que no se paró mientes en tales tropiezos.

Tal proceder no tiene por qué asombrarnos. ¿No era, en efecto, un apriorismo, todavía mayor, el mismo hecho de comparar con un gas la Vía Láctea? Reflexionemos sobre algunas cifras.

Una molécula gramo de un gas cualquiera contiene, aproximadamente, $6,06 \times 10^{23}$, es decir, unos seiscientos mil trillones de moléculas. ¿Cuántas estrellas integran la Vía Láctea? Los cálculos por extrapolación, basados en la densidad estelar de sus diversas partes, nos llevan a unos 30.000 millones. Si recurrimos a la ley de la luminosidad, podremos llegar a suponer que, por término medio, hay una décima de estrella por cada parsec cúbico. Asimilando la Vía Láctea a un elipsoide de revolución cuyo eje mayor tenga 20.000 parsecs y 2.000 el menor, resultan unos dos billones y medio de estrellas. El estudio de la rotación de nuestra Galaxia nos conduce, para masa total de la misma, a unos 300.000 millones de veces la masa del Sol. Eso llevaría, a lo más, a un billón de estrellas. Atengámonos a esta cifra intermedia, como hemos hecho ya, al considerar los efectos de los pasos. Por cada 600.000 billones de moléculas en la molécula-gramo, habrá en la Vía Láctea *una estrella* (!). Y aun estas estrellas diferirán por su masa y propiedades dinámicas. Para obtener grupos homogéneos, como los que forman las moléculas de un gas, forzoso será introducir tales subdivisiones, que los grupos de estrellas que podamos llegar a tomar en consideración, no pasarán de cien mil y aun, a veces, mil individuos. ¿Con qué derecho se pretende aplicar a estas pequeñas agrupaciones las leyes de los grandes números, que exigen como condición indispensable la existencia de estas colectividades enormes, sin las cuales todo cálculo estadístico es ilusorio?

No es eso sólo. Si comparamos los choques de las moléculas con los pasos de las estrellas, mientras en el oxígeno, por ejemplo, en condiciones normales de presión y temperatura, cada molécula ex-

perimenta cerca de cinco mil millones de colisiones por segundo, esto es, durante un tiempo cortísimo respecto de la vida del gas, en la Vía Láctea ya hemos visto su extremada rareza. El recorrido libre de una tal molécula, entre dos choques consecutivos, no llega a una diezmilésima de milímetro, una magnitud insignificante respecto del espacio ocupado por la molécula-gramo del gas. El de la estrella es de unos treinta millones de parsecs, más de mil quinientas veces todo el diámetro, no de la estrella en cuestión, sino de la Vía Láctea. Con razón decía Poincaré que la asimilación de la Vía Láctea con un gas era enteramente arbitraria. A lo más, cabría compararla con un gas tan enrarecido, que mejor merecería el dictado de materia radiante.

II

A pesar de todas estas incongruencias, es lo más verosímil que la escala larga hubiese continuado gozando de su posición privilegiada, de no haber surgido hechos y teorías que, por su apasionante novedad, cautivaron, desde el primer momento, los espíritus y dieron nuevo rumbo al desarrollo de las ideas.

A partir de 1922, se lograba ir reuniendo, por primera vez, un material suficiente de velocidades radiales de nebulosas extragalácticas, y se tropezaba con el hecho sorprendente de que, en su gran mayoría, se apartaban de nosotros y, por cierto, a velocidades muy superiores a todas las hasta entonces conocidas. Todos los descubrimientos posteriores, lejos de rectificar esta observación, la han ido confirmando, cada vez más. Los raros casos de aproximación han quedado explicados, como consecuencia de la rotación de la Vía Láctea, que nos arrastra hacia tales nebulosas a velocidad mayor que aquélla con que ellas se apartan de nosotros. Y la ley de Hubble ha permitido establecer una proporción entre la velocidad de fuga y la distancia de las nebulosas; de modo, que hoy se sabe que la primera crece unos 560 Km/s. por cada millón de parsecs que la segunda aumenta. En los enjambres últimamente descubiertos, como

el II de la Osa Mayor, distante unos 75 millones de parsecs, dicha velocidad llega a 42.000 Km/s., la séptima parte de la de la luz.

Tales hallazgos llevaron a consecuencias inesperadas: si no se quería caer en un geocentrismo mayor que el del sistema de Ptolomeo, preciso era atribuir este apartamiento reciente de las nebulosas a una verdadera expansión del Universo; ya se admita, para explicarla, la teoría de Friedman-Lemaître, según la cual, el proceso de expansión se verifica en un espacio esférico de tres dimensiones; ya se prefiera la teoría de Milne, con la que, en cierto modo, vienen a concordar los más recientes modos de ver de Einstein y De Sitter, que lo sitúa en un espacio ordinario, sin curvatura. Pero en ambos casos, es evidente que las dimensiones en el Universo aumentan sin cesar y, consiguientemente, disminuye la densidad de un modo constante. En la hipótesis de Lemaître, muestran los cálculos de Eddington que el radio del Universo se duplica cada 1.300 millones de años, y cada 1.500 millones se reduce la densidad a la décima parte. Una vez admitido este resultado, ¿quién no ve lo natural que es extender el cálculo, por extrapolación, hacia el pasado? Si hace 1.500 millones de años la densidad media de la materia en el Cosmos era diez veces superior a la actual, hace 15.000 millones debía serlo 10.000 millones de veces, y hace 200.000 millones de años, debería haberse encontrado concentrada en un volumen inferior al de una cabeza de alfiler la materia de todas las nebulosas juntas. Menester era, por consiguiente, si no se quería caer en un absurdo manifiesto, limitar la vida del Universo a unos miles o, a lo más, decenas de miles de millones de años. En la hipótesis de Milne, el tiempo transcurrido desde el comienzo de la expansión de la condensación inicial resulta todavía menor, escasamente 2.000 millones de años.

Estas cifras estaban tan en pugna con las ideas hasta entonces en favor, que no faltaron esfuerzos para desvirtuar el hecho en que se basaban; pero ninguna de las tentativas encaminadas a interpretar el corrimiento hacia el rojo de las rayas espectrales de las nebulosas, no como un efecto genuino Doppel Pizeau, en lo que se funda la me-

dición de sus velocidades radiales, sino como un fenómeno debido a otras causas, v. gr., a la distancia, a base del efecto, Compton ha logrado formular una explicación satisfactoria, ni impedir que la teoría de la expansión del Universo siguiese abriéndose camino. Y, a la verdad, quizás no sea uno de los menores motivos del fracaso de tales conatos el raciocinio obvio de que, si en todos los demás casos conocidos (rotación del Sol, de los planetas y de las estrellas dobles, velocidades radiales de estrellas y pulsación de algunas variables, etcétera), el corrimiento hacia el rojo de las rayas espectrales se considera como un efecto Doppel-Fizeau auténtico, parece arbitrariedad resistirse a admitirlo como tal en el caso presente, tanto más cuanto que sólo paulatinamente aumenta la distancia de las nebulosas, y las más próximas no distan de nosotros mucho más que algunas estrellas y enjambles globulares, en los que el efecto Doppler-Fizeau se admite como legítimo. De empeñarse en negar su realidad, sería preciso confesar que nos hallábamnos ante un nuevo enigma de la Naturaleza; y eso con evidente infracción de la ley de buena lógica, que veda acudir a causas desconocidas para explicar un fenómeno, cuando las hay conocidas que dan cuenta satisfactoria del mismo.

Quizás más de un lector se asombre de que se miren como antagónicas la teoría de la expansión del Universo y la escala larga de su duración; pues no se ve, a lo menos a primera vista, por qué habría tenido que coincidir el principio de la expansión con el del Cosmos, ni por qué motivo no habrían podido existir las estrellas mucho antes de iniciarse el actual proceso expansivo. La observación es justa y, a nuestra manera de ver, el argumento de la expansión, por sí solo, no excluye una anterior existencia de los astros, ya se hallasen en una forma u otra de equilibrio; ya sometidos a un proceso de contracción, como propugnan las teorías que admiten un Universo oscilante, esto es, sometido a dilataciones y contracciones sucesivas. Ciertamente que un estudio sistemático y completo de tales hipótesis, no ha sido hecho, que sepamos, hasta la fecha, por nadie, y que autores de la solvencia de Eddington, Milne y Mc-Crea las

juzgan tan inadmisibles, que el segundo no vacila en afirmar textualmente que los modelos de un Universo oscilante «deben ser total y absolutamente rechazados como irracionales; pues son fantásticas manufacturas... divorciadas de la experiencia, posibles sólo en el sentido de que en sueños todo es posible». Pero, como quizás a algunos no les parezca tal imposibilidad tan evidente, mejor será, si se quiere negar a las estrellas una existencia, a lo menos larga, anterior al principio de la expansión, acudir a otros argumentos, que complementen el que nos ocupa.

Los métodos más en favor para determinar la edad de las rocas, los radiactivos, conducen, en muchos casos, a cifras que oscilan alrededor de los dos mil millones de años de antigüedad. Y a duraciones análogas se llega al calcular, por el procedimiento del helio, la edad de los meteoritos, aun de aquéllos que, por describir órbitas hiperbólicas, proceden, con toda seguridad, del exterior de nuestro sistema planetario. En ningún caso se ha ido en ellos más allá de los tres mil millones de años. Y quizás es todavía más digno de notarse que la índole del raciocinio seguido en estos cálculos, lleva a la persuasión de que tampoco la corteza terrestre ha necesitado, para enfriarse, un lapso de tiempo mucho mayor. Esto supuesto, si se considera que hoy día, para explicar el origen de los sistemas planetarios, cada vez se tiende más a reemplazar la antigua hipótesis de Laplace por las del tipo de la de Jeans, según la cual, las compañeras de muchas estrellas dobles y los planetas son, en la mayoría de los casos, masas desprendidas del astro principal, por la gigantesca marea en él provocada por el paso de otra estrella cercana, es natural que la máxima probabilidad de un tal suceso corresponda al momento en que la densidad estelar en un espacio dado haya sido, asimismo, máxima. Ahora bien, como, según la teoría de la expansión del Universo, ello debió ocurrir en los comienzos de la misma, no deja de ser significativa la concordancia de las cifras a que, por consideraciones tan diferentes, se llega, para inducirnos a pensar que, si no el principio de las estrellas, a lo menos el de los

sistemas planetarios, debió coincidir con el del actual proceso expansivo.

Pero, volviendo a las estrellas, no faltan razones, enteramente independientes de la teoría de la expansión del Universo, que dan gran peso a la opinión de que su edad no puede ser muy superior a los miles de millones de años que parece llevar de duración la expansión del Cosmos. De verdadera monta es el argumento aducido de la rotación de las Galaxias. Es un hecho que todas ellas giran, rapidísimamente, alrededor de su centro de gravedad, en un período de unos cientos de millones de años. Si el número de vueltas dado fuese considerable, como exigiría la escala larga del tiempo, sus masas deberían haberse distribuído internamente, de una manera uniforme. Pero como, por el contrario, tanto en la Vía Láctea como en las demás, se aprecian grandes desigualdades internas, síguese que el número de vueltas dado no puede ser grande y que, por tanto, su edad no puede pasar de un modesto múltiplo del período.

Pero lo más notable es lo ocurrido con el argumento de la equipartición de la energía, de que antes se ha hablado, que, de un arma en pro de la escala larga, se ha transformado en argumento a favor de la corta. En efecto, ha demostrado Mineur que los resultados clásicos referentes a la equipartición, suponían, como condición esencial, la constancia de las masas estelares. Como, de hecho, ya se ha visto que las masas disminuyen continuamente, la energía cinética disminuye también sin cesar, de modo desigual para las diversas clases de estrellas. Síguese de ello que, mientras la acción de la gravitación tiende a establecer el estado de equipartición, la de la radiación tiende a destruirlo. Ahora bien, la Mecánica de masas variables prueba, de modo palmario, la preponderancia, en breve plazo, del segundo efecto sobre el primero; por lo cual, en el trancurso del tiempo, no sólo aumenta en un enjambre de estrellas o nebulosa el grado de equipartición, sino que va decreciendo. Por lo tanto, el 10 por 100 de dispersión que se halla en la Vía Láctea, no sólo no puede provenir de que a partir del caos se haya llegado a este alto grado de equipartición, sino que, por el contrario, es preciso atribuirlo a que,

habiendo comenzado a existir nuestra Galaxia en estado de equipartición perfecta, ha ido ésta disminuyendo, de resultas de la continua disminución de las masas. Con gran acopio de datos, calcula Mineur que el tiempo necesario para llegar al estado actualmente observado, es de unos 20.000 millones de años. Con esta explicación, no choca ya, en modo alguno, la existencia de las corrientes estelares de Kapteyn, que tan grave dificultad constituía cuando el argumento de la equipartición era expuesto desde el punto de vista de la escala larga, ni tampoco la llamada corriente asimétrica de Strömberg, descubierta en 1928, y que constituye la prueba decisiva de que las velocidades de conjunto de las diversas clases de estrellas y cuerpos celestes son totalmente diversas las unas de las otras.

Quizás pueda argüirse todavía que los dos argumentos aducidos excluyen, a lo más, una existencia de las nebulosas anterior al comienzo de la expansión; pero no la de las estrellas aisladas. Por lo que a éstas toca, estos últimos años se ha evidenciado, cada vez más, un hecho que es una prueba directa contra la teoría de la evolución estelar, ya se considere en una sola rama, ya se prefiera admitirla es dos. Cada día se descubren estrellas dobles, como Sirio, o Ceti y ϵ Aurigae, cuyas componentes, no sólo son de tipos espectrales diferentes, sino una gigante y una enana. Aun admitiendo que tales asociaciones puedan explicarse, a veces, por la hipótesis de las capturas, es evidente que su origen normal es la división de una estrella primitiva, mecanismo confirmado, además, por el ejemplo de algunas Novae, como Nova Herculis, que se han fragmentado ante nuestros ojos. Ahora bien, viniendo ambas componentes del mismo núcleo, es forzoso que tengan la misma edad; y es, por consiguiente, falsa la teoría que identifica las estrellas gigantes con las jóvenes, y con las viejas, las enanas.

Hemos procurado reflejar el estado actual de la controversia sobre la edad del Universo. Nuestra observación inicial queda todavía más justificada, si se tiene en cuenta que varios de los hechos citados en estos últimos párrafos eran ya conocidos antes de abrirse camino la teoría de la expansión; pero, por estar en pugna con las

ideas entonces imperantes, poca o ninguna atención habían logrado excitar. Hoy, por el contrario, excepción hecha de algunos tenaces defensores de las concepciones antiguas, más o menos modificadas, la gran masa de investigadores se pronuncia por la escala corta. Y como, de resultas, la evolución se ha encontrado encerrada en ámbitos demasiado angostos para poder dar razón de la formación sucesiva de los diferentes tipos estelares, no se vacila en rechazarla de plano y buscar la causa de los mismos en la diversidad de las condiciones iniciales en que las estrellas comenzaron a existir.

En tales circunstancias, es natural que se haya producido un fenómeno de sumo interés y capaz, quizás, de dar la clave del anterior estado de los espíritus: se ha replanteado, bajo nueva luz, en el campo de la Ciencia positiva, el problema del origen del mundo. Si las estrellas han comenzado a existir con un cierto grado de diferenciación, si la Vía Láctea alcanzó rápidamente o se halló, desde el primer momento, en estado de equipartición de la energía, forzoso es concluir que ha debido intervenir en su formación una causa exterior, distinta del azar. En su libro *The Expanding Univers*, decía Eddington, en 1934: «El principio (del Universo) parece presentar dificultades insuperables, a menos de decidimos a mirarlo como francamente sobrenatural». Es la idea de la Creación, que vuelve a presentarse a los científicos, por exigencias de la Ciencia misma. Y en poco tiempo se han recorrido grandes etapas. En una conferencia a las Uniones racionalistas, en el anfiteatro Richelieu de la Sorbona, el 10 de febrero de 1936, preconizaba Paul Couder, el coronado autor de *Univers 1937*, que no había que asustarse por consecuencia alguna posible, que pudiese fluir de los hechos nuevamente comprobados, por más en pugna que pudiese estar con las antiguas opiniones de cada uno. Y ya, con toda claridad, Milne, en su obra de 1935, *Relativity, Gravitation and World-structure*, afirmaba categóricamente que el Universo requería la acción de un Dios Creador, coincidiendo con Lemaître, que opino que fué creado como un átomo gigantesco, que contenía el conjunto compacto de todas las nebulosas, y entró inmediatamente en expansión. La misma necesidad de la Creación

sostiene Russel, en su obra sobre el origen del sistema solar, y Dirac, en la conferencia pronunciada en Edimburgo, en 1939, al recibir el premio James-Scott.

Quizás en estas consecuencias a que se han visto llevados los astrofísicos en cuanto se han pronunciado por la escala corta del tiempo, esté —repetimos— el secreto del ahinco conque, durante años, se ha pretendido mantener la escala larga, a pesar del cúmulo creciente de dificultades que se le oponían. Se dirá que era el temor reverencial que el postulado del evolucionismo inspiraba. Pero ¿cómo, a su vez, justificar este respeto casi supersticioso, cuando se considera que lo que se pretendía erigir en ley de Universo, ni siquiera en una sola rama de la Ciencia había podido ser probado con certeza? A lo más, indicios relativos a casos, siempre restringidos y particulares, y más allá, sólo puras congruencias, contrapesadas por dificultades poderosas, a las que deliberadamente se cerraban los ojos... A nuestro modesto entender, fenómenos de tal envergadura tienen raíces más hondas, y el cambio que actualmente presenciamos en la Astrofísica, nos las pone de manifiesto: la apelación obstinada al evolucionismo, suele provenir del temor, muchas veces inconsciente, no lo dudamos, de tener que admitir, de lo contrario, una Causa extrínseca del Mundo, superior al mismo... y no advierten los que tal hacen que el recurso es infantil e inútil... Es, como dice Eddington, pensar que se han resuelto las dificultades, cuando no se ha hecho otra cosa que barrerlas hasta fronteras cada vez más lejanas; pero ello no impide que se vayan amontonando, hasta formar barreras infranqueables... Ninguna evolución es posible sin un Principio y una Causa directriz.

Es difícil predecir qué nos guarda el futuro, ni si las actuales tendencias nos llevarán o no a conocimientos más completos sobre la antigüedad del Cosmos. Una cosa, en todo caso, es innegable, y es que la moderna orientación de la Astrofísica ha prestado a la Ciencia un servicio incalculable, al dar comienzo a su liberación de las trabas con que el prejuicio evolucionista la ha tenido sujeta durante tanto tiempo. Pues, patentizada su falta de razón de ser en el dominio en

que forzosamente la evolución debería haber comenzado, y en el que precisamente habría podido producirse con menos dificultad, «a fortiori» ha de inferirse en los demás, en que su imposición es todavía mucho más arbitraria.

Repitamos, para terminar, las palabras con que Paul Coudere cerraba la conferencia antes citada a las Uniones Racionalistas: «Algunos han preconizado que, entre dos teorías rivales, hay que escoger la que ve más a lo grande. ¡Singular principio director! *No es nuestra opinión; lo que importa: es la Verdad.* La única actitud racional consiste en interrogar pacientemente a la Naturaleza, y esperar una respuesta clara para inclinarnos ante ella». Es la única manera de ser científicos y no fautores de concepciones subjetivas.

Dr. ANTONIO ROMANA, S. J.

DIRECTOR DEL OBSERVATORIO DEL EBRO