

El problema del tiempo

La dimensión temporal, como la espacial, son elementos básicos en la investigación de la naturaleza, cuyos fenómenos y procesos interesa conocer en su número, peso y medida; lo mismo en lo grande que en lo pequeño es importante determinar la duración de cada uno, y respecto de entidades individuales asignarles debidamente el principio, progreso y fin dentro de un marco adecuado de lo equivalente a un calendario o a un reloj: por tanto, conviene señalar unos a manera de jalones cronológicos fijos y seguros a que referir los tiempos y fechas parciales, que así podrán compararse entre sí y dar el cuadro completo.

Se ha dicho a este propósito, y ya en pleno orden cósmico, que «lo que vemos en el cielo, tal como lo vemos, ni existe, ni ha existido ni existirá»; afirmación aparentemente escéptica y paradójica, que, sin embargo, es rigurosamente verdadera. Para su debida interpretación conviene recordar que vemos ahora simultánea y juntamente en la bóveda celeste, en el campo del telescopio o en la placa fotográfica, estrellas y nebulosas en aquel estado de su evolución, manifestado particularmente por su brillo, que tenían hace un número de años, a veces muy crecido, dependiente de su distancia. Así el factor tiempo lo falsea todo y nos hace ver un cuadro irreal, en todo semejante al de un grupo de personas reproducidas fotográficamente, pero donde artificiosamente se hubiera sustituido su imagen actual por otra obtenida diez, veinte, treinta años antes.

Porque este factor cronológico tiene un influjo decisivo en la eficacia y poder de las fuerzas naturales; los más violentos agentes de la naturaleza se debilitan cuando les falta este elemento, y, al contrario, cobran enorme valor los que lo poseen. Las gotas de agua que forman algunas clases de niebla son tan microscópicas, que harían falta unos siete mil millones de ellas para llenar una cucharita; las nubes suelen tenerlas de un tamaño tan sólo unas treinta o cuarenta veces mayor; y, sin embargo, ellas son las que al sumarse y actuar en forma de lluvia durante las dilatadas edades geológicas, han arrastrado y transportado las montañas al fondo de los mares.

Por el contrario, las poderosas descargas eléctricas en las más furiosas tempestades, con miles de amperios y millones de voltios,

tienen una duración tan infinitesimal, que si se lograra canalizar un centenar de rayos en forma de corriente y hacerles pasar por un contador, apenas marcaría éste uno o dos kilovatios. En la vida de los astros, el despliegue de energía cuenta a su favor con más elementos: cantidad y duración; la pequeñísima cuantía de radiación que de allí llega hasta nosotros, en razón inversa del cuadrado de la distancia, que sabemos ser extraordinariamente larga, nos permite deducir que aquellos potentísimos focos exceden con mucho a lo que la imaginación más atrevida se atreve a conjeturar: precisamente los últimos resultados de esta clase de medidas han dejado perplejos a los astrónomos al comprobar que los radiotelescopios registran intensidades desconcertantes de radiación que las actuales teorías no son capaces de explicar. Y todo ello prolongado a través de procesos que en años terrestres necesitan diez cifras para su expresión numérica.

Precisamente de semejante situación ante los grandes números ha nacido una seria objeción que amenaza con alejar cada vez más de nosotros y acaso obligarnos a renunciar para siempre a la solución adecuada de los problemas cósmicos. Puesto que no existe otra manera de resolverlos que el análisis de esa tenue radiación que va de una a otra parte del cosmos, aunque lo haga a la crecida velocidad de la luz, tal investigación se halla forzosamente restringida y lo estará más a medida que se perfeccionen los actuales medios de penetrar en el espacio lejano. Cuando se trata de distancias moderadas, de menos de un millón de años-luz, el influjo recibido se puede estudiar bien, y extrapolando hacia adelante y hacia atrás, reconstruir esa larga vida y hasta predecir algo del futuro.

Pero no ocurre lo mismo con galaxias muy alejadas de nosotros y entre sí; considerando dos grupos de unidades cósmicas situadas a mil millones de años de la Vía Láctea y en sentidos opuestos, su influjo mutuo actual depende del estado en que se hallaban hace dos mil millones de años, acerca de lo cual no tenemos ni podemos tener la menor idea, por faltarnos la indispensable perspectiva cronológica acerca de sus procesos anteriores y posteriores a esa fecha. Ahora bien, las cuestiones cosmológicas que ahora se debaten sobre la evolución universal en el tiempo: fecha inicial y final, origen instantáneo o lentamente progresivo, etc... están comprendidas entre los límites de la incertidumbre, nacida precisamente de la larga duración de fenómenos, acerca de los cuales solamente alcanzamos a vislumbrar una escena fugaz e instantánea. Claro está que, sin abarcar por completo los tiempos todos, acaso será posible deducir ciertas tendencias suficientemente iniciadas en pequeña escala, por las que sea dado conjeturar las grandes líneas de la vida cósmica; no se verá el cuadro completo, pero quizás los rasgos que basten para una reconstrucción global no del todo aventurada.

A base de los elementos de juicio que nos son accesibles, cada

vez más y mejores, a medida que progresa la astronomía moderna, se han reformado las teorías cosmogónicas y los pocos miles de millones de años de principios de este siglo han crecido un tanto, pero siempre manteniéndose entre límites moderados; no faltan opiniones extremistas, que como ya se expuso en estas mismas páginas, admiten esos límites para las edades individuales de estrellas y nebulosas, pero las niegan para la metagalaxia o conjunto general del cosmos, en el que se suceden unas a otras las generaciones de vida corta, sin interrumpirse por eso el proceso global de creación continua. La mayor parte de los astrónomos rechazan semejante hipótesis, irreconciliable con el hecho de la expansión universal, que exige imperiosamente un verdadero principio; y aunque no ha faltado quien aplique a esa expansión un ritmo alternativo de signo contrario (dilatación, compresión, dilatación...), que es lo que se ha llamado el universo pulsante de Sitter, hoy no puede admitirse seriamente tal cosa: sería una arbitraria violación del principio de la entropía, en virtud de la cual la tendencia de las fuerzas naturales en su conjunto es hacia la degradación, cuesta abajo; y sería inexplicable que a la relajación presente del mundo en expansión siguiese un régimen opuesto sin asignarle una causa proporcionada.

El átomo gigante de Lemaitre continúa siendo aceptado en principio: una densísima agrupación primordial de neutrones libres (compuestos de un protón y un electrón), que si bien son estables cuando se hallan en el seno del núcleo atómico, a la media hora de estar en libertad emiten su electrón y se separa el protón; entonces comienza la síntesis cósmica de los elementos actuales por sucesivas uniones de unas y otras partículas entre sí hasta formar átomos complejos; todo ello hubo de suceder en esa media hora inicial y a temperaturas del orden de varios billones de grados centígrados: se ha calculado la oportunidad estadística de que se constituyeran de este modo en diferentes proporciones los átomos de diversa especie y el resultado concuerda con la cantidad de cada una que hoy se observa en el universo. El autor de estas consideraciones, Gamow, advierte que propiamente no fue este el verdadero principio del mundo tal como es hoy; según él, había entonces en el espacio mucho más energía que masa, y el predominio de ésta no pudo comenzar sino hace 4.740 millones de años, cuando la edad del mundo astronómico no era más que de 260 millones.

Nótese que sumando esas dos cifras se obtiene un total de 5.000 millones, conforme con lo asignado por entonces a la duración o edad universal; hoy se alarga ese plazo sin dificultad hasta el doble, y si hemos de citar las opiniones más avanzadas, bastante más allá del cuádruple. En efecto, Sandage atribuye nada menos que 24.000 millones de años a un enjambre de estrellas descubierto recientemente por los astrónomos de Monte Wilson y Monte Palomar dentro de nuestra galaxia, aunque concediendo un margen

de error que lo mismo podría reducir esa edad a la mitad que e llevarla al doble: cifra revolucionaria y desmesuradamente superior a cuando exigen otras teorías y aun hechos comprobados; pero que si resiste a la severa crítica a que suelen someterse las hipótesis cosmogónicas, obligará a una revisión a fondo de los fundamentos de la ciencia astronómica. La asignación de tal edad la funda Sandage en el modo corriente de explicar la evolución estelar, es decir, en el cálculo del tiempo que se tarda en consumir el hidrógeno de donde salen las energías que emiten durante su vida sidereal; en el caso presente, y encuadrándolo en las curvas o diagramas secuenciales donde estos procesos se representan gráficamente, parece tratarse de un régimen de consumo excepcionalmente lento y difícilmente creíble, a menos que otra revisión del significado atribuido a los datos disponibles, dé como resultado que el criterio para la apreciación de estas dimensiones no es correcto y que tiene un error, por lo menos de un cincuenta por ciento.

Se ha llamado escala geológica de los tiempos a una especie de calendario absoluto donde encasillar las sucesivas fases de la evolución terrestre y paralelamente la del sistema solar a que pertenecemos; así, por ejemplo, los argumentos deducidos del proceso de la marea lunar dan para el sistema Tierra-Luna un límite inferior de dos a cuatro miles de millones de años; los procedentes del estudio del espectro solar, unos cinco millares de millones; de la mecánica de los enjambres de estrellas, de cuatro a cinco; de los binarios estelares, menos de diez, y para la Tierra en general, de cinco a seis: tales eran las cifras en 1955, después de rectificada la significación real del corrimiento hacia el rojo de las galaxias en expansión, corrección que triplicó la antigüedad de la hora cero del mundo.

Para nuestro planeta, y específicamente para la formación de la corteza terrestre, la cronometría radiactiva constituyó un valiosísimo auxiliar en este campo de la investigación. Los métodos clásicos antes empleados se basaban en el tiempo verosímilmente empleado en enfriarse y solidificarse los materiales planetarios, en verificarse la sedimentación o metamorfosis, en adquirir los océanos el grado actual de salinidad, etc...; todos ellos presentaban el común defecto de ignorarse a qué ritmo se había hecho todo eso, por no ser conocidas con certeza las circunstancias ambientales; y hasta algunos de esos procedimientos se vieron minados en su base por teorías posteriores, como la del enfriamiento, opuesta a la más reciente de un planeta originariamente frío y luego calentado...

Los geocronómetros isotópicos son elementos químicos inestables, que degeneran a partir de su constitución inicial para convertirse en otros, con la doble ventaja de que el ritmo de la degeneración es lentísimo y de que está bien estudiado y exactamente determinado su semiperíodo, es decir, el tiempo que tarda en

reducirse a la mitad el contenido primitivo del elemento así transformado; tiempo que se expresa con números del mismo orden de magnitud que algunos de los citados para la evolución astronómica y cuyo error de aplicación a las dataciones particulares se reduce de ordinario a lo más a un cinco por ciento.

Hoy los análisis de laboratorio se llevan a cabo con extremado rigor y excluyen no pocas de las antiguas incertidumbres; quedan a veces otras sólo resolubles por conjeturas razonables, cuando se trata de ejemplares procedentes de «fuera», es decir, de meteoritos que hasta ahora son las únicas muestras accesibles de nuestro sistema planetario (hasta que un día nos las traigan los astronautas como recuerdo de sus visitas a otros mundos) y, por tanto, no podemos estar completamente seguros de las eventuales modificaciones a que han estado sometidas anteriormente. Porque tratándose de minerales terrestres, es más fácil cerciorarse de que han permanecido todo ese tiempo en estado de sistema químico cerrado.

Los primeros análisis meteóricos dieron edades comprendidas entre sesenta millones y siete mil millones de años; se hicieron determinando el contenido de helio, emitido durante su desintegración por el uranio y el torio, pero la sospecha de un influjo perturbador de los rayos cósmicos, obligó a una reducción en los cálculos y se fijó como más probable la primera cifra; posteriormente volvió a subir a casi cinco mil millones, aunque con duda que oscilaba alrededor de un 25 por ciento. Perfeccionada aún más la técnica, especialmente empleando la degeneración del potasio 40, que degenera en argón y calcio con un semiperíodo de 1.260 millones de años, se dio como más probable una edad mínima meteórica de 4.500 millones.

Las huellas dejadas en la corteza terrestre de las grandes mutaciones geológicas permitieron desde hace muchos años dividir la edad de la Tierra en eras, períodos y otras subdivisiones, a las que sólo faltaba encuadrar en la escala absoluta de los tiempos. Se da una especie de paradoja en el valor crítico de las fechas así obtenidas: están bastante bien determinadas las intermedias y con menor precisión las más antiguas, como era de prever; pero precisamente las relativamente recientes, las de hechos cercanos a nuestros tiempos, son a veces las más imperfectamente conocidas, como sucede, por ejemplo, con el límite entre el plioceno, último período de la era terciaria, y el pleistoceno de la cuaternaria, de manera que desde el fin de la primera hasta épocas recentísimas, en que ya se cuenta con la valiosa cooperación del famoso carbono 14 (hace unos 50.000 años), los elementos de juicio escasean y hay que contentarse con asignarle a esa transición una fecha comprendida entre 0,5 y 2,0 millones con un lamentable margen de error de medio millón, si tomamos un valor probable obtenido por extrapolaciones de otro orden, tales como la sedimentación marina y la erosión terrestre: ni siquiera se puede garantizar una definición de faunas universales dentro de intervalos menores de cien mil años.

Porque siempre ha sido un valioso auxiliar de la datación geológica el descubrimiento de fósiles equivalentes a una descripción ambiental del suelo a que pertenecen, aparte de la ventaja posteriormente lograda al poder analizárseles radiactivamente. Por eso se hace particularmente difícil salvar la barrera abrupta que ofrece el tiempo anterior a la era secundaria, desde los 600 a los 2.000 millones de años, en que solamente había datos de sedimentación, sin vestigios de seres vivos, hasta que se descubrieron numerosos ejemplares en 1947 en Australia, en condiciones especialmente favorables.

La verdadera solución del problema cronológico de esos tiempos remotos se obtuvo en los laboratorios de geología precámbrica de la URSS, mediante dataciones por el procedimiento arriba citado del potasio-argón en minerales de Karelia y Finlandia; así pudieron fijarse cuatro ciclos bien definidos, a saber: el karélico, entre 1.500 y 1.800 millones de años; el belomórico, de 1.830 a 2.000; el saámico, de 2.200 a 2.400, y el catarcaico, de 2.820 a 3.400. Como noticia de última hora (diciembre de 1962), añadiremos que el número de ciclos geológicos descubiertos en esos laboratorios hasta la fecha es de 14, y que la formación de las primeras rocas de nuestra corteza, identificadas ahora a gran profundidad absoluta en estratos, hoy accesibles en virtud de movimientos orogénicos que los han traído a la superficie, es 6.500 millones de años anterior al momento presente; antes de tales investigaciones la cifra más probable era la misma que la de los meteoritos: 4.500. La discrepancia nace de que los datos obtenidos antes lo eran de rocas relativamente más someras y, por tanto, más jóvenes.

Es obvia la comparación de todos estos resultados numéricos con otro calendario antiquísimo, pero que exige una norma recta de interpretación para evitar errores: el calendario bíblico, donde es necesario distinguir bien su contenido real de aquello que por diversas causas se le ha atribuido indebidamente. Los autores de Martirologios, al hablar de la fecha inicial de nuestra era, la del nacimiento de Jesucristo, suelen compararla con la de la creación del mundo, y con algunas variantes establecen entre uno y otro hecho, de cinco a seis mil años; ya desde principios de este siglo declaró la Iglesia, por medio de la Comisión Bíblica, que tal cronología, fundada en dar a cada día del Génesis una duración de 24 horas, podía acomodarse a los principios demostrados de las ciencias naturales que, como hemos visto, difieren extraordinariamente entre sí.

Más aún; hay otra aparente contradicción entre el texto bíblico y los hechos demostrados por la geología histórica, cual es la cronología de la historia del hombre sobre la Tierra: de una parte está la serie de los antiguos patriarcas, desde Adán hasta los tiempos propiamente históricos, y en oposición a ella está la edad bien probada de los restos humanos, que exceden en mucho las cifras obtenidas sumando las edades de los patriarcas. Según diversas

teorías, dentro del mismo campo cristiano, desde hace varios siglos, se llega a resultados diferentes, debido a haberse o no tenido en cuenta las omisiones voluntarias de grados de esta escala, de que hay ejemplos en otros pasajes de la Sagrada Escritura, y el uso que se hace de las expresiones «hijo de» y «engendró a» en un sentido más amplio, que admite generaciones intermedias, sobre todo en los primeros tiempos, en que era evidentemente difícil la reconstrucción de los hechos.

La intención sustancial del texto es afirmar la realidad de un eslabonamiento genealógico efectivo; pero ello no obsta para admitir una dilatación mucho mayor de los intervalos. Se ha dicho muy oportunamente que aquellos patriarcas enumerados no son propiamente piedras miliarias que señalan distancias, sino jalones itinerarios que en los cruces de los caminos indican la dirección que debe seguirse. Por otra parte, la misma paleontología no tiene aún argumentos decisivos para asignar una fecha inicial completamente cierta; desde luego, consta que será muy diferente de las vulgarmente señaladas por los autores antiguos, en virtud de una interpretación excesivamente literal del texto.

Hace un par de años tuvo especial resonancia el descubrimiento del zinjantropo africano (diferente del sinantropo asiático) al que provisionalmente se asignó una edad de 600.000 años; pero ulteriores análisis radiactivos de minerales situados inmediatamente arriba y debajo de sus restos dieron cifras del orden de los dos millones. Las consecuencias lógicas deducidas del examen de sus huesos son que se trataba de un ser u homínido que andaba en posición erecta y que se valía de sus manos para fabricar instrumentos sencillos de cuarzo, no del «homo sapiens».

La línea divisoria entre el irracional y el genuino hombre inteligente estará allí donde conste con certeza un discernimiento suficiente para emplear instrumentos como medio para conseguir un fin conocido; son muchos los irracionales que equivalentemente se valen de tales medios, pero sin saber lo que hacen ni para qué lo hacen; el problema es arduo y los elementos de juicio para resolverlo, escasos; de aquí que la fecha de la aparición del hombre racional sobre la Tierra sea todavía muy dudosa.

ANTONIO DUE ROJO, S.I.
Director del Observatorio de Cartuja.

(Granada).