

### Mundos nuevos

Se puede hablar de *nuevos mundos* en varios sentidos: lo fué el continente americano para cuantos ignoraban su existencia antes de Cristóbal Colón; lo será probablemente en plazo breve la Antártida, llamada hoy «el continente desconocido», si se realizan los vastos planes que han llevado allá durante el presente Año Geofísico Internacional a nutridas expediciones de observadores y técnicos, y lo son y serán mucho más las ingentes masas interestelares e intergalácticas, hasta hace poco insospechadas, que en nuestros días se están descubriendo en los espacios por los novísimos medios de observación radioastronómicos. Pero no es esto todo: en la actualidad están siendo objeto de apasionada discusión entre astrónomos y físicos varios hechos notables recién observados que no solamente permiten hablar de astros nuevos o estrellas que están siendo formadas ante nuestros mismos ojos, sino también de una verdadera y genuina creación, en el sentido más riguroso de la palabra, por la que nace de la nada la materia cósmica, de la que se formarán a su vez otros astros futuros. Y por si ello fuera poco, por razones que vamos a exponer aquí brevemente, todo el universo conocido, en opinión de la mayoría de los astrónomos, ha dejado de ser un mundo viejo, tal como antes se concebía, y mucho menos eterno, al asignársele una edad relativamente corta y un origen en el tiempo relativamente cercano a nuestros días, que hacen de él un mundo joven y reciente: *nuevo*, en una palabra.

En frase de Hubble, la historia de la astronomía es una historia de horizontes que huyen: en los últimos siglos y sobre todo desde principios del siglo actual, se suceden unos a otros los descubrimientos y se dilatan los límites del universo conocido, único del que se puede hablar con fundamento sólido y no como de algo meramente posible, sino realmente comprobado; para los antiguos, la Tierra era lo principal y los astros que la rodean eran algo accesorio y secundario; desde Copérnico empezó el Sol a tener esta primacía y pasó la Tierra a depender de él, como uno de tantos planetas; vino luego una percepción más exacta de las proporciones, que también relegaron al Sol a ser un pequeño astro entre otros innumerables que forman la Vía Láctea o Galaxia, con mayúscula, gigantesca nebulosa

compuesta de estrellas, a la que se llamó universo sideral, y finalmente se perfeccionaron simultáneamente los instrumentos de observación y los métodos de investigación, cuyo resultado ha sido la visión actual del cosmos, donde flotan como infusorios en un líquido, millares y millones, no ya de estrellas, sino de galaxias, con minúscula, agrupadas en nidos o enjambres de ellas y rodeadas de enormes masas de materia cósmica de diferente estructura hasta distancias, que al escribirse estas líneas, se calculan con sólida probabilidad: en 1.800 millones de años-luz (cada año-luz equivale a 9,4 billones de km.), o sea unos 17 mil trillones de km., cifra ante la cual la imaginación se declara vencida.

Al mismo tiempo la física moderna ha proporcionado a la astronomía medios eficaces para deducir en buena lógica, por lo que registra la cámara fotográfica de los potentísimos telescopios, las células fotoeléctricas, los novísimos dispositivos electrónicos y el espectrógrafo, los procesos físicos que tienen lugar en esos mundos lejanos, cuya evolución sucesiva constituye la vida de cada uno de sus *elementos*, desde su origen a partir del polvo cósmico hasta su desintegración y muerte, que en sentido literal los convierte en ese mismo polvo de que fueron formados. Hemos subrayado el nombre genérico de elementos del universo, porque lo dicho se entiende lo mismo de los sistemas de galaxias que se agrupan y reaccionan unas con otras, como del proceso que sigue cada una en su estructura, del que une a las estrellas en enjambres, del que va marcando diversas fases en la vida estelar individual con la posible constitución de un sistema planetario cuyo centro sea la estrella, de la formación y dinamismo de las nubes de polvo cósmico (partículas mayores y moléculas) o de materia interestelar (partículas subatómicas o átomos más o menos completos); y hasta se ha podido determinar la duración probable de la vida de cada átomo, en cuanto se conoce lo que tarda en convertirse en otro diferente, ya por escisión de los más complejos (como sucede en la bomba atómica), ya por fusión de los más simples (como ocurre en la bomba de hidrógeno). — Para todas estas investigaciones una de las armas más eficaces del astrónomo es la relación que existe entre lo que pasa en esos mundos remotos y las huellas que tales actividades dejan en su espectro, de suerte que del análisis del rayito de luz que llega a nosotros, se deduce la naturaleza, propiedades y múltiples actividades del foco de donde procede; más aún, uno de los descubrimientos más útiles para este fin ha sido el poder conocer por este medio el brillo *real* de ese foco, lo que permite deducir, por la medida del brillo *aparente* que nos llega, la distancia a que se halla; la legitimidad de la conclusión se ha demostrado al coincidir la distancia así obtenida con la que se deducía de otros métodos diversos y a veces directos de determinarla.

Los descubrimientos más espectaculares son en nuestros días los que hace una nueva ciencia recién nacida: la radioastronomía, que alguien ha llamado la astronomía del porvenir y que en realidad está

mejor definida como astronomía ciega, que siente y oye su objeto sin verlo, pero registra gráficamente y con pormenores insospechados la materia cósmica, invisible para los más poderosos instrumentos de observación óptica; así han entrado en el campo de los estudios cosmológicos, no ya un mundo nuevo, sino una serie de mundos entreverados y como superpuestos unos a otros. En 1944 anunciaba Van de Hulst la posibilidad, confirmada luego experimentalmente, de que el hidrógeno neutro, primordial componente del universo material, emitiese ondas radiofónicas en la banda de 21 cm. revelando así su presencia, densidad y movimiento (éste último por las modificaciones de frecuencia); hace pocos años se han captado ondas de otras bandas, que se espera ampliar en lo futuro, correspondientes a diferentes átomos, cuya actividad interna se manifiesta por este medio a medida que se perfeccionan los aparatos registradores; ha comenzado una especie de «carrera de armamentos» en este terreno, en el que rivalizan los técnicos para aumentar la potencia y sensibilidad de las antenas. Baste citar un ejemplo a este propósito: en el observatorio de Harvard, Estados Unidos, se inauguró en 1958 uno de estos instrumentos, no de los mayores, con 18 metros de diámetro; un equipo electrónico de veinte filtros escalonados, equivalente a otros tantos receptores de radio que funcionarían en paralelo, recoge la observación, que va recorriendo el cielo por partes sucesivas, y la traduce en números, que son automáticamente mecanografiados en veinte filas de veinte columnas para cada banda de dos megaciclos-segundo; y todo esto lo hace el aparato sólo, en 40 minutos, siendo así que antes se empleaban 13 horas y 20 minutos en hacer la vigésima parte del trabajo. Es de notar que a diferencia de la observación óptica, que requiere noches claras y despejadas, sin luna, esta otra se hace ininterrumpidamente, aun en pleno día, sin que la estorben las nubes, así terrestres como cósmicas: el único obstáculo es el Sol, emisora potentísima en cuyas cercanías se notan fáciles interferencias.

Resulta, pues, que la antigua concepción del espacio, en el que se creía flotaban los astros, nebulosas, etc... como objetos aislados, ha tenido que ser modificada radicalmente: no es un espacio vacío e inerte, sino lleno y activo, hasta el punto de que a veces los objetos que antes se creían ser lo principal, han descendido a un plano inferior y secundario; así, por ejemplo, la conocida nebulosa del Orión, cuya masa total equivale a mil soles como el nuestro, está rodeada de una nube de hidrógeno neutro de 60.000 a 100.000 masas solares, y la que circunda la región de la Cabellera de Berenice se estima en casi cien mil millones; en cuanto a la energía desplegada por estos átomos emisores de ondas, baste decir que el más potente de los focos hoy conocido lo hace a razón de diez mil quintillones de kilovatios por segundo (número formado por la unidad seguida de 34 ceros).—Una de las causas de semejante irradiación se ha descubierto recientemente al comprobarse el hecho de la colisión o choque entre dos galaxias, fenómeno que antes se consideraba como posi-

ble, pero sólo en el terreno de las hipótesis: al precisar cada vez con mayor exactitud la posición en el cielo de una de estas potentes emisoras de radio, F. G. Smith, de la universidad de Cambridge, Inglaterra, consiguió delimitarla a un área de menos de un minuto cuadrado de arco, y avisado de ello, W. Baade en Monte Palomar obtuvo una foto de ese lugar exacto; con gran sorpresa se vió entonces que lo que en el campo de otras cámaras telescópicas menos potentes aparecía como una nebulosa, en esta de 5 metros de diámetro eran dos superpuestas, pero no por mero efecto de perspectiva, sino en contacto real, ya que sus núcleos estaban fuertemente deformados por acción mútua atractiva y como empotrados uno en otro. Esto sucedió en 1951, y durante varios años las observaciones y medidas han permitido comprobar esta violenta interacción gravitacional y sus consecuencias: sometido al análisis espectral tanto el polvo cósmico molecular como el gas interestelar atómico, se apreció en ellos una elevación de temperatura que oscilaba entre un millón y cien millones de grados, excitación correspondiente a un choque con velocidades de cientos o miles de kilómetros por segundo; es decir, una verdadera catástrofe galáctica que se desarrollaba ante nuestros mismos ojos, aunque no en *nuestros* días, ya que por la desviación y caracteres de las rayas espectrales su distancia a la Tierra resultó ser de 270 millones de años de luz, y por tanto veíamos ahora lo que ocurría en esa fecha.

*El problema de la creación.* — Hasta principios de este siglo la actitud de muchos astrónomos respecto del primer origen del universo material era de marcada indiferencia, por considerar la cuestión ajena a la ciencia experimental; a lo más aludían a ella vagamente y se parapetaban cómodamente tras el postulado fácil de una materia eterna y suficiente además por sí misma para evolucionar según leyes que todos admitían, pero sin preguntar por el nombre del legislador...; los que no llegaban a tanto, solían asignar fechas iniciales remotísimas, sin adentrarse mucho en su discusión y valoración, para el comienzo de la formación de los elementos cósmicos; y en esa lejanía cronológica, por una especie de espejismo psicológico o error de perspectiva, se atenuaban fácilmente y se esfumaban hasta perderse de vista los puntos flacos de una argumentación defectuosa y poco científica; hoy el panorama ha cambiado: se ha roto ese espejismo y aquellos autores se han visto obligados a enfrentarse con el problema que antes rehusaban considerar o no querían resolver.

En efecto, en estos últimos años, por caminos diferentes y por procedimientos completamente diversos e independientes unos de otros, han aparecido hechos (no teorías) que se oponen terminantemente a las antiguas apreciaciones; y los hechos no se discuten: hay que explicarlos satisfactoriamente, so pena de edificar las teorías sobre terreno falso. — Los estudios sobre la radiactividad de los minerales terrestres probaron que su origen se remonta a cerca de unos tres mil millones de años, fecha coincidente,

ya se aplique el método del helio, del estroncio o del plomo; la mecánica celeste calculó para la formación de los enjambres de nebulosas o de estrellas y para el proceso de unión de estas últimas en binarios o ternarios una edad del mismo orden, aunque la primera cifra, en vez de tres, era de cuatro a cinco, cosa perfectamente lógica, puesto que es natural que los soles hayan existido antes que sus sistemas planetarios o al menos antes de consolidarse la corteza de los planetas, y para esta consolidación en la Tierra, así como para explicar la cantidad actual de sal que contienen nuestros océanos, la cifra es también próxima a tres. Podría alargarse la lista, pero la conclusión final es que todos los elementos que integran el universo vienen a ser de una edad aproximadamente igual, sin salirse de esa suma de miles de millones de años que con diferencias pequeñas, se escribe siempre con una sola cifra; nos limitaremos a citar el más espectacular de estos resultados coincidentes: el de la recesión de las galaxias, objeto de vivas discusiones en estos últimos tiempos. Cuando un foco emisor de luz o de sonido se acerca o aleja de quien lo percibe, la frecuencia crece o disminuye respectivamente, fenómeno que todos hemos notado cuando se cruzan dos trenes: el tono del sonido se hace más agudo al acercarse y más grave cuando se alejan; aplicando este principio físico a la frecuencia de radiaciones registradas en el espectro de los astros, por la desviación de las rayas hacia el rojo (alejamiento) o hacia el violado (acercamiento), se determina la velocidad de su movimiento relativo a nosotros. Varios años antes de que se observara este fenómeno en los espectros de las nebulosas, el abate Lemaitre, conocido cosmólogo, había predicho que se comprobaría una recesión o fuga de galaxias con velocidades proporcionales a su distancia, es decir, a mayor distancia, la huída tendría que ser más veloz; cuando los medios de observación lo permitieron y hubo ya una colección crecida de espectros nebulares, se vió que en efecto así sucedía, y una vez conocidas las velocidades y distancias, una sencilla operación aritmética demostró que hace unos seis mil millones de años todo el universo galáctico hubo de estar concentrado prácticamente en un punto, a partir del cual empezó la expansión universal, que continúa actualmente; antes de ese momento, no se explica el dinamismo cósmico, ni se pueden aplicar al universo las leyes conocidas de la mecánica celeste. Se comprende la trascendencia de este hecho, que confirma de un modo global lo dicho antes sobre las unidades cósmicas particulares y plantea crudamente la cuestión de un principio de todas las cosas a plazo fijo y cercano, y marca así la «hora cero del mundo». No es extraño, pues, que se hayan excogitado teorías para desvirtuar este argumento de carácter general, el más impresionante de todos, y se intente explicar el hecho de la desviación hacia el rojo de las rayas espectrales por otras causas distintas de la recesión efectiva de las nebulosas: tales han sido el llamado efecto Compton (choque de fotones contra iones o electrones), el efecto Einstein (acción de campos gravitatorios sobre la

luz) y hasta se ha inventado una ley nueva, inaudita y sin precedentes en física, la del *cansancio* de la luz después de recorrer tan enormes distancias: todo inútil, tales explicaciones no han resistido la discusión de sus fundamentos y una tras otra han sido rechazadas y desautorizadas; últimamente los propugnadores de tales evasivas han recibido un rudo golpe con los resultados obtenidos en radioastronomía, donde por métodos diferentes y en condiciones en que no valen aquellos eflujos, se ha observado el mismo fenómeno de desviación de frecuencia para los focos emisores de ondas a grandes distancias, y las cifras así logradas coinciden bien con las que daban los espectros ópticos; ahora bien, para estas ondas no hay pantallas, como consta con certeza, y no cabe atribuir a estas la perturbación que desvía o modifica la frecuencia; por tanto el fenómeno no puede explicarse sino porque realmente el foco emisor se aleja de nosotros.

Todos estos hechos y conclusiones convergen hacia una consecuencia manifiesta y única: que hace pocos miles de millones de años «ocurrió algo» que marcó el comienzo de una nueva era, y si el mundo no fué entonces creado, al menos fué *reorganizado* y empezó su actividad según las leyes hoy conocidas, que no valen para tiempos anteriores a la «hora cero»; ahora bien, es inconcebible y contrario al común sentir de los autores imaginar que la materia o la energía hayan existido eternamente en un estado de letargo, para desatarse espontáneamente y empezar a «vivir» en un momento dado; en otros términos, el principio de la actividad tiene que coincidir con el principio del ser. Es forzoso, pues, pronunciar la palabra *creación* en astronomía; cierto que se ha pronunciado ya por muchos autores contemporáneos y muchos de ellos la entienden en su verdadero y único sentido aceptable, el de una acción exterior al mundo, capaz de darle lo que él mismo no se puede dar; otros rehusan entrar a fondo en la cuestión y multiplicar los «porqués», aun a trueque de dejar incompleta la explicación de los hechos; y no ha faltado quien ha admitido el proceso de creación, pero... sin Creador: rasgo acaso único en la historia del pensamiento humano; son los partidarios del llamado proceso continuo, que al verse obligados a admitir la expansión del universo y consiguiente disminución de densidad de la materia en él contenida, para mantener constante esa densidad proponen una creación continua de materia nueva; en rigor, si no se tratase de una creación absurdamente anónima, no habría dificultad en admitir ese proceso sucesivo, al menos a partir del momento inicial antes citado, con tal de ofrecer al mismo tiempo una respuesta satisfactoria al problema general, y esta no puede ser otra que una acción procedente *de fuera*: dentro del universo material no la encontramos, ni en la materia existente, incapaz evidentemente de producir algo de nada, ni mucho menos en la que todavía no existe.

*La creación segunda.* — Al discutirse hoy las cuestiones cosmológicas es frecuente oír hablar de creación en sentido menos propio, refiriéndose a la evolución de las partículas elementales para formar

astros o nebulosas; como apuntábamos antes, también los átomos tienen su historia y es lógico empezar por ellos al tratar aquí de lo que hemos llamado creación segunda o complemento y perfección del origen primero de la materia cósmica. Hay alguna diferencia en el modo de explicar la constitución de los átomos de diversas clases que hoy conocemos: a partir de la concentración inicial en la hora cero, antes de comenzar la expansión universal, las partículas elementales habrían de combinarse para formarlos y se ha calculado, según las probabilidades estadísticas, en qué proporción resultarían distribuidos si tal fuese su origen; y en efecto, el fruto de este cálculo coincide bastante bien con la cantidad relativa de cada elemento en el universo: predomina el hidrógeno como materia prima general en todos los procesos cósmicos; le sigue el helio, formado por síntesis del anterior, y los restantes cuerpos más pesados se agrupan para completar la serie en proporciones muy pequeñas relativamente a la cantidad total.

Por razones obvias, se sabe muy poco con certeza sobre el modo como se verifica el paso desde los átomos y partículas que flotan en el espacio hasta las estrellas activas y las galaxias donde éstas se acumulan juntamente con nubes cósmicas de diversa índole; la reciente penetración más profunda de las grandes distancias y el análisis de su naturaleza y propiedades físicas, ha permitido señalar etapas y grados en la vida de las nebulosas y astros diferentes. Comparando el copioso material hoy disponible se ha salvado la gran dificultad nacida del largo espacio de tiempo que separa una de otras tales fases, imposibles de seguir directamente en los pocos años que la astronomía moderna lleva investigando el problema; se ha hecho lo que haría quien quisiese conocer el desarrollo de la vida humana si no dispusiese para ello sino de un par de horas: estudiar en ellas lo que ocurre en un recién nacido, en un niño, en un joven y en un viejo, y deducir lógicamente el proceso total. Parece ser que la forma primitiva de las nebulosas corresponde a las llamadas amorfas o irregulares, hasta que la gravitación y movimiento propio de cada una da lugar a la formación de los brazos espirales característicos, que más tarde se van deshaciendo y sólo queda en la fase final un núcleo esférico o elíptico; semejante sucesión se prueba porque en cada una de estas partes predominan respectivamente las estrellas jóvenes o las viejas y caducas, cuya energía se va agotando sensiblemente. Más fácilmente se ha podido reconstruir la vida de las estrellas mismas y el mecanismo interno que la sustenta; pudiera decirse que una estrella es una gigantesca fábrica de energía y radiaciones que emite a un ritmo variable (la luz y calor del Sol son los que hacen posible nuestra vida en la Tierra), de suerte que allí el «combustible» es el hidrógeno y las «escorias» el helio resultante de la reacción nuclear, como en una bomba de hidrógeno. Hay astros donde el rendimiento es notablemente mayor que en otros, o sea que se consumen muy aprisa, y como la duración total es proporcional a la

velocidad del consumo, la consecuencia es manifiesta: empezaron a gastarse muy recientemente, hace pocos millones de años, y son estrellas jóvenes; por el contrario en otras la provisión de hidrógeno ha llegado a escasear hasta provocar un colapso, al menos parcial, que se traduce en cataclismos siderales de los que hay abundantes ejemplos en los datos y observaciones de estos últimos años: son las llamadas estrellas nuevas, porque de repente vemos crecer su brillo en centenares y miles de veces el que tenían antes de la explosión; normalmente hay en ellas equilibrio entre la actividad interna de sus reacciones nucleares y la presión externa de las capas exteriores: pero al disminuir aquella falta de hidrógeno, se desploman éstas y se produce una ruptura que lanza al exterior parte de la materia sometida antes en su seno a enormes temperaturas; tal se cree ser el origen de algunas nubes cósmicas que rodean hoy ciertas estrellas nuevas. No han faltado hipótesis que abogan por una especie de rejuvenecimiento sideral y que consiste en la captación del hidrógeno interestelar, atraído por el astro a su paso e incorporado a su masa, con el que suple las pérdidas inevitables; pero es de notar que semejante abastecimiento no basta para mantener indefinidamente la actividad propia: siempre es mayor el gasto que este ingreso, y tarde o temprano sobreviene la crisis final. No estará de más añadir aquí, de paso, que a juzgar por la historia de la Tierra, el flujo solar, del que dependemos, ha sido prácticamente constante durante muchos millones de años, y si hubiese habido en el Sol alguna irregularidad, se hubiera manifestado en el clima terrestre; por lo demás, las estrellas sujetas a padecer los paroxismos mencionados suelen ser las azules o blancas, más violentas en su actividad, no las amarillas, más pacíficas y regulares, como es nuestro sol; se calcula que éste se halla ahora hacia la mitad de su vida, que ha durado unos cinco o seis mil millones de años; por lo tanto cabe esperar que *servirá* todavía para otros tantos.

En cuanto a los mundos nuevos radioastronómicos en forma de aglomeraciones de materia de la que se forman las estrellas nuevas, puede decirse que su estudio no ha hecho más que comenzar; para cada frecuencia diferente en que emiten esas emisoras en intensidades variables según la densidad con que está distribuída en el espacio cada clase de nubes, el mapa del cielo es completamente distinto; si pudiéramos adaptar los ojos a esa diversidad, el espectáculo sería diverso, como lo es en la radio lo que se oye en cada longitud de onda; hoy se trabaja con entusiasmo en establecer la correspondencia entre esos *sonidos* de los cielos y lo que en ellos ven las cámaras telescópicas; ya hemos visto que una de las fuentes radiofónicas se ha podido identificar con la colisión de dos galaxias y la consiguiente perturbación operada en el seno de los gases que forman parte de ellas; otra y muy principal es el hidrógeno neutro que en cantidades insospechadas llena los espacios; la tercera hasta ahora conocida son los brazos espirales de las nebulosas en cuyas imágenes fotográficas apa-



rece evidentemente el intenso dinamismo a que están sometidas, como torbellinos arrebatados por un ciclón. Al mismo tiempo se buscan las causas de la excitación atómica capaz de dar a esas emisoras la gran potencia que permite oirlas a distancias tan desmesuradas, abriéndose así campos inexplorados a la investigación astronómica: además de la gravitación universal que une y conjuga a las galaxias como si fueran planetas o satélites de un sistema planetario, parece haber en juego ingentes campos magnéticos intergalácticos a que están sometidas las porciones de nebulosas, cuya relación mútua se manifiesta a veces visiblemente en lo que se ha llamado *puentes galácticos*, a modo de girones desprendidos de una galaxia, que se enlazan con los de otra; el nido de nebulosas a que pertenece nuestra Vía Láctea consta de siete galaxias mayores y nueve menores, a las que posiblemente se añadirán otras nuevas aún no descubiertas, entre las cuales las dos más cercanas son las Nubes de Magallanes, situadas a 150.000 años-luz; la mayor es de 5.000 millones de masas solares y la menor de 1.500, otras deducidas de sus rotaciones respectivas; ambas se alejan de nosotros, la primera a razón de 280 km. por segundo y la segunda a 160. Varios puentes galácticos nos unen a ellas, acaso indicio de una colisión que tuvo lugar en tiempos pasados. Finalmente una de las teorías más curiosas para explicar esta clase de sonidos captados desde tan remotas regiones es que se deben a una acción entre partículas en forma de «cuantos» de luz que podrían engendrar electrones, de los que luego entrarán a formar parte de futuros átomos, y entonces las ondas de radio que oímos serían como los primeros vagidos de la nueva masa cósmica recién nacida. — Hasta se ha creído descubrir en el seno de algunas nebulosas lo que pudiéramos llamar embriones de estrellas o en términos más propios *protoestrellas*, primera fase del nacimiento de los astros; en la región del cielo cercana a una de las componentes de la constelación denominada Carina se han encontrado agrupados no menos de 65 de estos núcleos, de un tamaño aproximado de 5-30 veces el diámetro de la órbita terrestre, que es de 150 millones de km., todos ellos relativamente pequeños, entre una décima y una centésima de la masa solar. Como se ve, los descubrimientos se suceden unos a otros y acaso en plazo breve otros más sensacionales nos esperan.

Antonio DÚE ROJO, S. I.

*Director del Observatorio de Cartuja (Granada):*