

## El último destino cósmico

Al tratar de la evolución cósmica, donde entran en juego los astros, nebulosas y materia difusa por los espacios, se suele insistir especialmente en las fases iniciales del proceso: tras de la descripción de esos elementos integrantes del universo y la demostración de las cifras proverbialmente llamadas astronómicas, se procura responder a la cuestión cosmológica fundamental: ¿de dónde vienen y cómo llegaron a ser lo que son?; es decir, su origen y desarrollo energético en el tiempo y en el espacio. Pero no hay que olvidar otra interrogante de igual interés científico: ¿a dónde van y qué será de ellos en el futuro? Se habla, pues, mucho del nacimiento y vida del Cosmos; tiempo es ya de hablar de su muerte.

Y ante todo hay que dejar firmemente asentada una verdad filosófica incommovible: si el primer ser y origen existencial del mundo de la materia no es ni puede ser otro que su creación a partir de la nada, el fin de su vida y existencia tampoco puede ser otro que la aniquilación absoluta; y como lo primero sólo es posible para un Creador en el más estricto sentido de la palabra, lo segundo sólo está en manos de ese mismo Ser Supremo, que mantiene en el ser a las criaturas a quienes se lo dio: y ésto únicamente se explica por la cesación del influjo conservador que de El procede. Acerca de esto la ciencia experimental nada dice ni puede decir; tiene que limitarse a reconocer con Bailly Willis, profesor en varias universidades de los EE. UU. que «si se cumple una ley de destrucción que vemos, hay que inferir una ley de creación que no vemos: la limitación esencial, la finitud del Sol y las estrellas arguye un principio y un fin conforme a esas dos leyes».

Semejante ley de destrucción o de muerte a que alude Willis es la que vamos a analizar aquí, aplicándola a todas las unidades cósmicas, desde las partículas y átomos hasta las inmensas agrupaciones o sistemas de galaxias, y lo mismo al mundo mineral que al mundo de los vivientes; precisamente en este último es menos necesaria la investigación: es demasiado evidente que la inmortalidad no existe en el planeta donde vivimos y al que for-

zosamente habremos de limitar por ahora la experiencia científica de esta clase; pero nos servirá para un excelente argumento de analogía, ya que si en lo más alto de la escala de los valores, en el máximo de la complejidad y perfección hallamos impreso el sello de la caducidad y de la muerte, no parece lógico atribuir mejor suerte a los seres que ocupan los grados ínfimos y más imperfectos.

*La muerte del átomo.* — A pesar de lo dicho pudiera creerse que precisamente en la extremada simplicidad e imperfección de esos componentes ínfimos del universo estaría el secreto de su inmortalidad, justificándose así la antigua concepción de los átomos eternos e incorruptibles; pero no es así: también ellos están sometidos a la citada ley de mortalidad inexorable, común a todos los miembros del Cosmos, y por mucha que sea su reconocida longevidad, tarde o temprano les amenaza lo que llamaremos *muerte estadística*, es decir, que en medio del aparente caos microcósmico en que se mueven acabará por llegarles el turno fatal. Sirviéndonos de la analogía con los organismos vivientes, la muerte significará para éstos o bien la descomposición y ruina del edificio que han construido y desarrollado durante su vida, con lo que vuelven esos materiales al polvo mineral de donde se formaron, o bien la incorporación y absorción por un organismo superior que los asimila: en ambos casos hay pérdida del ser primero que tenían, de la propia personalidad. Otro tanto les sucede a las partículas y átomos: puede haber en ellos desintegración de sus partes constitutivas o integración en un todo de categoría superior, que impone su personalidad y anula la del que acaba de morir.

Hubo una época no muy remota en que los físicos que estudiaban la naturaleza íntima de las moléculas y átomos, se dieron por satisfechos, y tras un suspiro de satisfacción, se consideraron al fin de su carrera de éxitos; y no faltó algún eminente hombre de ciencia de hace tres cuartos de siglo, que afirmó haberse llegado al fin de los esfuerzos científicos en el descubrimiento de los secretos naturales: que todo estaba sustancialmente hecho, y al modo que un eminente cirujano, terminada una difícil operación, deja a sus ayudantes la tarea secundaria de quitar a su tiempo los puntos de la herida y las operaciones de limpieza, así podrían los científicos posteriores recoger el sobrante de aquellos descubrimientos fundamentales, donde no se hallaría *nada nuevo*.

En efecto, para estos sabios felices, el inventario del contenido atómico se reducía a tres elementos: los protones positivos, los electrones negativos y el éter intermedio; claro está que quedaba por dilucidar la cuestión *secundaria* de por qué esos protones positivos, que según las leyes electromagnéticas deberían repelerse, se atraían con una fuerza extraordinariamente superior a la de la gravedad y a la eléctrica; asimismo, los electrones negativos,

cuyo flujo constituye la corriente eléctrica, seguían siendo un misterio, como lo es hoy la naturaleza misteriosa de la electricidad; y por último quedaba el éter, al que el profesor Swann definía oportunamente como «un medio o vehículo inventado por el hombre para trasladar sus errores y falsas concepciones cosmológicas de un sitio a otro». Por supuesto que del contenido real del núcleo con sus nucleones o partículas subatómicas no se hablaba siquiera por entonces; la lista de tales elementos, estables unos e inestables otros, de vida azarosa cuya duración es unas veces indefinida y otras limitada a pequeñísimas fracciones de segundo, ha ido fluctuando desde entonces (en la actualidad se admiten unas cuarenta), por la sencilla razón de descubrirse algunas nuevas o comprobarse la no existencia de otras hipotéticamente determinadas; en una palabra: el mundo atómico y nuclear, que hoy ocupa la atención y la labor asidua de los físicos, es todo un mundo nuevo donde precisamente se encuentra la clave de muchos y acaso de todos los misterios del mundo universal.

Por eso, al hablar de la muerte del Cosmos hay que comenzar por la de sus componentes fundamentales, donde radican todas sus energías, de modo que el comportamiento del conjunto no es sino la resultante del de cada uno de ellos. Si admitimos la cosmogonía de Lemaître, con todas sus ventajas y algún que otro inconveniente, nos hallaremos al principio con el átomo gigante formado por neutrones (protón más electrón) en un estado inicial violento que explica fácilmente las agrupaciones estadísticas en varias clases de edificios atómicos, cuyo cálculo coincide bastante bien con la realidad presente y ya tenemos, por éste o por otro camino semejante, la primera fase de los átomos libres, aislados en el espacio, dispuestos a formar unidades de categoría superior; para ello habrá que echar mano de las singularidades o concentraciones electromagnéticas de suficiente dinamismo, o sea de los gigantesos campos con que hoy se explican mejor que antaño las formaciones de núcleos siderales o galácticos. Y al punto empieza para esos átomos un género nuevo de vida social, perdida su libertad nativa y con ella su individualidad primera: en el seno de las estrellas o soles de que ahora forman parte, llegan a constituir entidades complejas, átomos nuevos fabricados con los materiales de los que murieron, y que a su vez vendrán a ser materiales de construcción de otros por un proceso semejante; los sistemas solares, si se llega a tal fase, distribuirán esos cuerpos químicos en formas diversas, como lo han sido en el nuestro, y se podrá hacer el catálogo del centenar de elementos simples de que disponemos en la Tierra, sin perjuicio de permitirnos hacer algunos artificiales por nuestra cuenta.

Entre todas estas clases de átomos los hay condensados a muerte desde su mismo nacimiento: son los inestables, radiactivos, cuya complicado edificio se destrona por sí mismo a un ritmo más

veces ultramilenario y otras infrainstantáneo: es el caso más sencillo de muerte atómica, propia de los que ocupan los últimos puestos de la escala; también los primeros están destinados a un fin de naturaleza opuesta, pero no menos cierto, ya que al ser sometidos dentro del horno sideral, a enormes presiones y temperaturas, los cuerpos simples más sencillos vienen por síntesis o fusión a formar otros más complejos, como ocurre en la bomba de hidrógeno, así como en el fenómeno inverso de la escisión, se descomponen los de estructura complicada en sus componentes, según el proceso de la bomba atómica. No se crea, sin embargo, que uno y otro riesgo son exclusivos del seno de las estrellas; también los átomos libres están sujetos a ellos: unas veces serán las explosiones galácticas de las que hablaremos en seguida las que les *hacen la vida imposible* por exceso de temperatura y otros factores de destrucción, a los gases y materia cósmica que constituyen la mayor parte de las nebulosas; otras son los rayos cósmicos quienes hieren y aniquilan los edificios atómicos. Y aunque es verdad que la probabilidad de acertar en el blanco es mínima para estos proyectiles, por ser tan grande el número de átomos vulnerables, no lo es menos que la densidad del bombardeo es casi del mismo orden de magnitud. El que esto escribió tuvo ocasión de ver funcionar en Monte Wilson, a 2.000 metros de altitud, y por tanto allí donde llegan los rayos cósmicos con mayor frecuencia y energía que al nivel del mar, un registrador de tales radiaciones: el instrumento producía un chasquido seco a cada impacto recibido, y sobre un cilindro se iba inscribiendo la curva integral de esa lluvia de partículas; resultaba desde luego impresionante ver y oír de este modo semejante a una ametralladora la acción violenta de esos rayos invisibles, que por lo demás, en menor grado estamos recibiendo en todas partes y todavía son capaces de atravesar los muros de nuestras casas y nuestros propios cuerpos, donde muchos átomos del organismo son destruidos continuamente al ser heridos por ellos.

Sir James Jeans, célebre cosmólogo, insinúa a este propósito la probabilidad de que en el espacio se verifique por estos y otros procesos de destrucción, una transformación einsteniana de masa en energía, lo más cercano posible que conocemos al aniquilamiento de la materia, y cuyo sujeto y víctima serían los átomos; de esta suerte las radiaciones que circulan por todas partes y que también recibimos y registramos de todas direcciones, vendrían a ser cadáveres atómicos, restos de lo que un tiempo fue materia intersideral o intergaláctica. Nada de esto puede extrañarnos, puesto que algo parecido ocurre en los laboratorios cuando unas partículas son bombardeadas por otras, disparadas a gran velocidad, y el resultado es la fabricación artificial de átomos nuevos, isótopos radiactivos inestables, que han cambiado su modo de ser estable y permanente para comenzar esa declinación radiactiva

que les conducirá a una desintegración más o menos completa. El mismo Jeans calcula la frecuencia estadística de tales destrucciones espaciales y le asigna a los átomos en general una vida media de un trillón de años. Y nótese bien que aquí ya no hay la diferencia arriba apuntada entre los que ocupan los últimos puestos en la escala de los elementos, más propensos a la desintegración espontánea (escisión) o los del principio de ella, más aptos a ser integrados en los superiores (fusión); no: el peligro de ser destruidos por radiaciones violentas es el mismo para todos, aun para los que ocupan una posición intermedia por su número atómico.

*Explosiones y ruinas.* — Sabemos que cada sol o estrella es una especie de bomba de hidrógeno de efecto retardado y gobernado prudentemente, de suerte que aunque el fenómeno en la bomba y en el astro sea sustancialmente el mismo, las condiciones son muy diferentes, y en particular lo es la duración: el ciclo del carbono llamado así porque éste es el catalizador en un proceso donde el hidrógeno forma el helio con desprendimiento de energía, tiene un ritmo lentísimo, pero son tantos los átomos de hidrógeno sometidos a él, que bastan para mantener activo al Sol durante... ¿cuántos años? — Se suelen dar números de diez cifras en adelante; no nos detendremos en ellas; limitémonos a decir con Willis que las estrellas no son infinitas y por muy grande que sea la provisión de combustible que sostiene sus llamas, acabará por agotarse.

Pudiera parecer que este apagarse de los astros luminosos sería algo gradual, algo así como una muerte natural por vejez y agotamiento; pero no es ese el parecer de la mayoría de los astrónomos, que más bien se inclinan a admitir para todas las estrellas hoy vivas el advenimiento de una como crisis en el funcionamiento de esa fábrica de energía nuclear. Brevemente se puede describir así: cuando va faltando el hidrógeno, base de la reacción, habrá ruptura de equilibrio entre la presión interna de los gases y radiaciones en el seno del sol, y el peso que gravita sobre ellos, debido a lo que impropiamente llamaríamos corteza solar, en contraposición al núcleo; de aquí el colapso y ruptura cortical, con lo que queda al descubierto el interior, la explosión consiguiente y emisión total o parcial de los materiales que antes formaban el astro; si todo él se desintegra, aquello es la muerte definitiva, y si después del paroxismo se restablece el equilibrio, podrá continuar el proceso anterior. Esto último parece que sucede en las novas temporarias, que periódicamente se ven sometidas a tales crisis, hasta que en sucesivas explosiones se va gastando el combustible y se llega a la fase final de enana blanca, especie de cadáveres siderales, de los que hay en el cielo no pocos ejemplares.

En cuanto a los planetas, si los tiene, evidentemente seguirían la suerte de la nova o supernova, puesto que las temperaturas desarrolladas en esas crisis consta que son elevadísimas y suficientes, no ya para carbonizar o pulverizar cualquier materia planetaria,

sino para arruinar el mismo edificio atómico y esparcir sus partículas por los espacios. Si la extinción del sol que sirve de centro al sistema fuese gradual, por muy improbable que hoy se considere esta hipótesis, las radiaciones de luz y calor recibidas de él en sus astros tributarios irían naturalmente disminuyendo y con ellas el estímulo de vida que pudiera haber en los planetas; a su vez les habría llegado la hora de la muerte. Hubo otra teoría, hoy abandonada, según la cual las atmósferas que un tiempo protegían la superficie viva habrían de irse disipando hasta anularse y entonces el frío sidereal reaccionaría en cierto modo con los restos de energía calorífica que aún se conservan y vendría un colapso por agrietamiento y ruptura que se propagaría de fuera a adentro, hasta romper en fragmentos toda la masa del planeta; continuaría indefinidamente el proceso y acabaría por pulverizarse y volver, según la consabida frase, al polvo cósmico de que salió. La permanencia actual de los asteroides en su ser, sin mutación probablemente comprobada por tales causas, hace poco verosímil semejante hipótesis.

*Disipación universal.* — Que las nebulosas siguen un camino manifestamente ascendente al principio, para declinar luego hacia la senectud, es cosa demostrada hoy sin lugar a dudas: la edad de las estrellas que las integran, signo fácil de conocer, de la edad del conjunto, permite apreciar las fases sucesivas de nacimiento, desarrollo, plenitud y declinación; de modo que su vida tiene un paralelismo perfecto con la de los astros y materia de que están formadas: una nebulosa vieja ha perdido sus brazos espirales y disminuido notablemente la emisión de radiaciones *normales* por las que se mide su actividad; subrayamos la normalidad de estas manifestaciones energéticas, porque hoy los radiotelescopios, de día en día más potentes y sensibles, aprecian precisamente en galaxias decadentes una emisión de radiaciones, propia de los procesos explosivos antes mencionados; son muchas las radioestrellas o focos de emisión de ondas de radio, localizadas en nebulosas elípticas o antiguas, como si en ellas ocurrieran crisis pericidas a las de las novae y supernovas: y no se pueden atribuir a estrellas individuales de este género, porque la cuantía de la emisión se verifica a *escala galáctica*; desgraciadamente, en ésta como en otras materias de investigación radioastronómica estamos tan a los principios, que apenas es dado aventurar sino débiles conjeturas, y habrá que esperar no pocos años hasta haber recogido material suficiente para tener elementos de juicio.

Pero si no podemos saber mucho sobre la degeneración individual de cada nebulosa, sí se sabe bastante sobre su comportamiento colectivo; nos referimos, claro está, a la famosa fuga de las galaxias, a su significado y trascendencia. Hoy apenas se duda de la realidad del hecho, pero se discute acerca de lo que ello significa para nuestro universo, es decir, el que se halla al alcance de nues-

tros aparatos de penetración espacial. Evidentemente, si todos sus componentes huyen unos de otros de este modo, llegará un día; todo lo lejano que se quiera, en que literalmente nos quedaríamos solos; ya que al crecer indefinidamente la distancia entre unas y otras, nuestra galaxia quedaría aislada, incomunicada de las demás. Hasta qué punto sería esa la muerte por disipación del universo a que pertenemos, no es fácil determinarlo: es mera cuestión de nombre. Pero de hecho los astrónomos discuten su posibilidad, puesto que exigen la constancia de la densidad nebular y material a que se opone semejante expansión: de ahí la novísima teoría, completamente gratuita, de la creación continua de nueva materia que supla la que se va disipando y mantenga constante la densidad media: y la calificamos de gratuita porque ni está demostrada la necesidad de tal constancia ni mucho menos es admisible el absurdo filosófico que implica una creación sin creador, como parece deducirse de las afirmaciones de algunos (otros prescinden solamente).

Hay otro aspecto de la cuestión, ya en pleno terreno filosófico y hasta teológico: hemos visto cumplirse la ley de destrucción y de muerte en todas las unidades cósmicas particulares, del mismo modo que ocurre con los seres vivientes de la Tierra, que nacen y mueren en generaciones sucesivas de modo que si cada una de ellas es mortal, el género humano o la fauna y flora terrestres se perpetúan a través de los siglos. Y cabe preguntar: ¿será eterno ese proceso o por lo menos indefinido, mientras subsista el planeta donde se verifica? En otros términos, ¿el fin de *nuestro* mundo será de orden astronómico y la vida orgánica seguirá la suerte de la evolución planetaria? La respuesta no puede ser más sencilla: No lo sabemos, aun prescindiendo de lo que acerca de ello contiene la revelación, que no es mucho ni fácil de interpretar, porque Dios no ha querido revelarlo expresamente.

Y ¿qué decir de los restantes mundos? Igualmente nos consta no ser inmortales cada uno en particular; les pasa exactamente lo mismo que a los seres que vemos morir cada invierno para ceder su puesto a sus descendientes en la siguiente primavera. Las conjeturas a que forzosamente hemos de limitarnos en este terreno significan adentrarnos en lo que Cooper llamaba los planes de Dios; ya es aventurado medir el futuro de las inmensidades del espacio y del tiempo, en cuanto a los innumerables mundos que se extienden por ellos, por la medida de nuestra pequeñez terrestre o humana: el destino final de todos ellos está únicamente en manos de Aquel para quien las inmensidades no son grandes y los tiempos más dilatados carecen de importancia, porque ante su eternidad se cumple la frase del Salmista, de que «mil años ante tus ojos son como el día de ayer que ya pasó».

ANTONIO DÚE ROJO, S. J.  
*Director del Observatorio de Cartuja*  
(Granada)