

Llamas de Capuchina

La escarola es un vegetal de clausura.

La cama tiene, en invierno sobre todo, una bolsa marsupial con crías humanas.

Las medias de cristal son las lunas transparentes con que las mujeres han sabido hacer más seductor el escaparate de sus piernas.

Cuando viene la primavera, los árboles son candelabros encendidos de llamas verdes.

Los vendedores de patatas fritas tienden su mercancía al paseante como si le ofrecieran en un cucurucho de papel, los despojos del otoño.

El río se había tocado con la maravillosa peineta del puente.

Los castillos y torres almenadas tienen el fleco al revés.

Las nieblas son las gafas ahumadas del paisaje.

Hay unas palmeras que al pasar parece que nos muestran la mano extendida solicitando una limosna.

Algunas veces, cuando el médico toma el pulso a un paciente, parece que trata de ponerle el reloj en hora.

Al ponerse el sol, parece como si Dios, cada día, metiese una hermosa moneda de oro en la enorme alcancía del Mundo.

Para los árboles, la primavera es un tónico capilar.

El limpiabotas es un ser que ha dejado de temerle al puntapié en la barriga.

JOSE CANAL

DE TODO UN POCO

Configuración, métrica y estado actual del Universo Físico

El hombre es una débil caña, la más frágil de la Naturaleza, pero es una caña pensante. Con el Espacio, el Universo envuelve y devora al hombre como un punto; pero el hombre envuelve y abarca con el pensamiento el Universo entero.

Pascal, «Pensées»

EL PROBLEMA DEL COSMOS



En el remanso azul de las noches serenas, la contemplación del cielo estrellado, girando sobre nuestras moradas, arranca en el alma, tanto del docto como del ignorante, preguntas de esta índole: ¿Qué es «todo eso» que nos envuelve por todas partes? ¿De qué está formado? ¿Cómo está construido? Hasta dónde llega? ¿Tiene fronteras? ¿O hay siempre algo material más y más allá?

Es claro que bajo la forma un tanto ingenua de estas interrogaciones, latan problemas científicos de envergadura tan colosal que sólo parecen accesibles a una inteligencia sobrehumana. ¿Pertenece, tal vez al número de aquellas preguntas que el hombre, dada su contextura mental no puede menos de formularse, pero cuya respuesta definitiva es incapaz de encontrar? Como quiera que sea, numerosos espíritus esclarecidos de todos los tiempos, se han visto, una y otra vez, arrastrados a buscar algún modo de explicar el Enigma.

En general, no ha sido la Razón la conductora en ese esfuerzo o tanteo de explicación, lo que ha conducido a una serie de construcciones puramente imaginarias, inspiradas en motivos de orden mitológico e incluso en exigencias estéticas o religiosas. Hasta el siglo XVIII la cuestión se ha movido en el terreno de la más completa vaguedad. De aquí la sacó Newton, haciendo por incardinarla en el terreno del cálculo. A pesar de todo, este mismo hombre genial, cuyo espíritu, hondamente positivo y observador, le hacía decir: «hypotheses non fingo» — yo no construyo meras hipótesis — tomó como punto de partida supuestos totalmente arbitrarios, tales como «espacio absoluto», «tiempo absoluto», «espacio infinito». Ahora bien, sucede que, a base de estos conceptos sin contenido empírico, que-

da anulada, desde un principio, la posibilidad de una explicación científica.

Pertenece por entero al siglo XX la obra de haber encauzado sólidamente la investigación del problema del Universo, echando puentes de unión entre la Física Cósmica, la Astronomía y la Cosmología. Con tal motivo, esta importantísima rama de la investigación moderna, que los anglosajones llaman «Cosmological Theory», ha tomado el porte de una disciplina verdaderamente científica, que marcha apoyada en la observación y en el cálculo, sin perder de vista las exigencias de la Lógica y los Principios de la Epistemología. Por todo ello, constituye un intento grandioso y sólido de trazar la Arquitectura general del Universo físico de levantar, por decirlo así, los planos del mismo y fijar la métrica de la gran Máquina. Concretamente, propónese determinar la configuración del Cosmos, considerado como un «todo», calcular su Radio, Volumen Densidad, hacer el cómputo aproximado del número de partículas elementales existentes en el «conjunto»; y, por último, coordinando los datos que aporta la observación astrofísica, con las conclusiones a que conduce el examen de las cuestiones anteriores, «tantear» la edad del Mundo; describir su estado de evolución actual; dar una visión retrospectiva de su fase inicial y prefigurar la fase terminal más probable del gran ciclo cósmico.

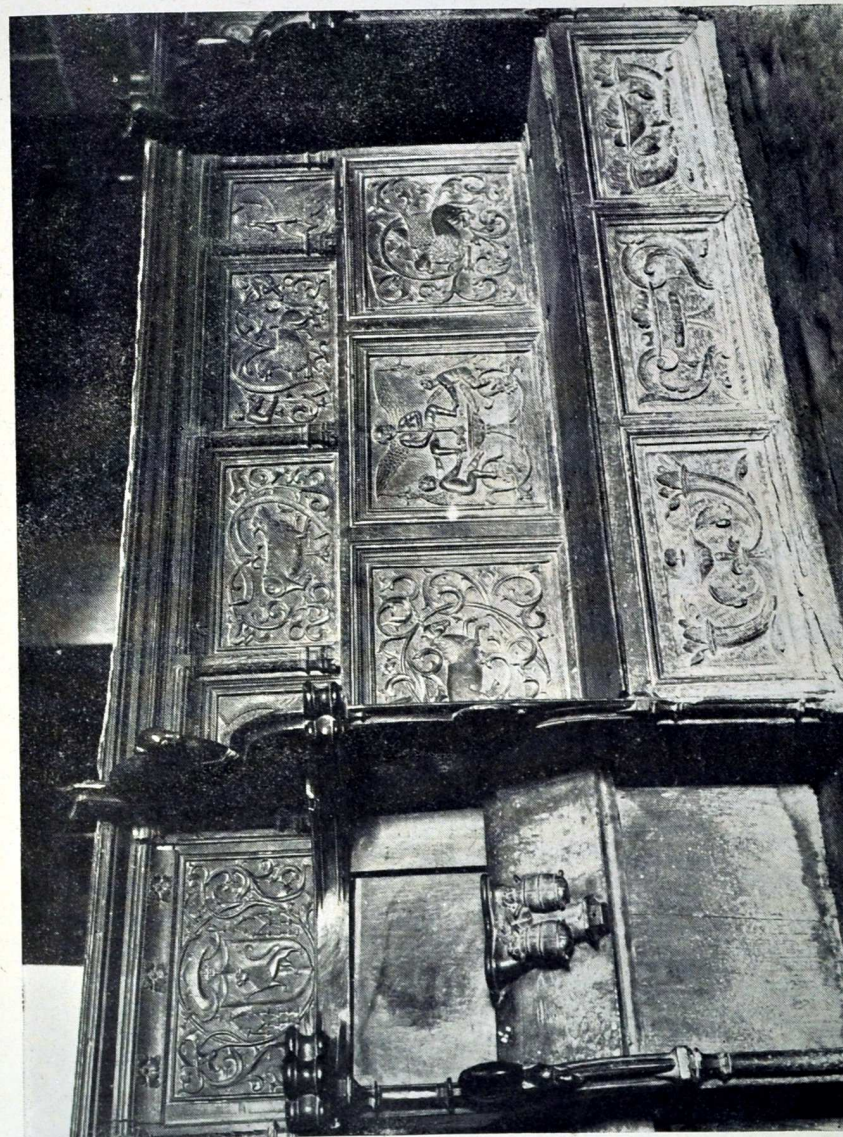
No hay duda que si el hombre es capaz de atacar, aunque sólo sea con resultados globales y aproximados, este cuadro de problemas urgentes, bien podrá decirse, con Pascal, que envuelve y abarca el Universo entero con su pensamiento, pues medir, contar, describir, es abarcar con el entendimiento lo que se cuenta, mide y describe.

CONDICIONES PREVIAS DE RESOLUCION

Es claro que el problema cosmológico admite solución si se dan ciertas condiciones previas de orden básico. Pueden reducirse a tres. Primera: Para que el hombre pueda lanzarse a trazar con éxito probable una imagen del conjunto, es necesario que la exploración física y astronómica haya alcanzado con anterioridad regiones del espacio suficientemente amplias y alejadas de nosotros. Es decir, que la observación haya llegado a dominar «teóricamente» una importante fracción del Todo material, de modo que en ella pueda revelarse, inicialmente por lo menos, algún rasgo típico del conjunto, o facilite datos necesarios para determinar los coeficientes de algunas características que, en el caso de ser el Universo finito, imponen, al mismo tiempo, la Filosofía y el Cálculo matemático.

Segunda: Otra condición muy importante es que la inteligencia cuente con un cuadro de conceptos físicos y matemáticos de gran alcance, mediante los cuales se puede llegar a una interpretación adecuada del material recogido en la observación, y a extender, por lógica extrapolación, los resultados obtenidos al Universo en su totalidad.

Pero la condición más primordial y decisiva, incluso para plan-



ALBUM EXTREMENO.—Cuarcos: Detalle del coro de la iglesia de N.ª S.ª de la Asunción. (Sillería procedente de Yuste; siglo XV)

tear con sentido el problema métrico del Universo, consiste en que éste no sea «infinito». Un objeto de extensión infinita no cabe en el campo de los números, escapa a toda posible medida y, por consiguiente, carece de configuración o forma. En efecto, la forma no es más que el contorno de las cosas materiales. Este contorno es, justamente, la frontera de las mismas, y esa frontera es lo que señala su límite o fin numérico, es decir, su «finitud». Por consiguiente, es una cuestión previa y radical para la Cosmología científica, la de si el Mundo material, en su conjunto total, es finito o infinito.

Desde luego, podemos dar por sentado que la primera y segunda condición se cumplen efectivamente. Por lo que hace a la primera, téngase en cuenta que la observación telescópica, tanto visual como fotográfica, ha penetrado profundamente en las regiones del espacio cósmico, alcanzando nebulosas espirales a una distancia que excede los mil millones de años-luz, en todas las direcciones del cielo. De manera que el espacio explorado por el hombre desde este minúsculo rincón, es igual a una esfera de dieciocho mil novecientos veintidós trillones de kilómetros de diámetro, con un volumen superior a tres undecillones (3×10^{22}) de km. cúbicos. Calculándose que la densidad media de la población estelar es de una estrella por cada cuatro años-luz de arista, resulta que dentro de esa esfera, desde cuyo centro dirige el hombre sus telescopios al infinito, hay más de 64 cuatrillones de estrellas. Se estima, con fundados motivos, que un espacio de este orden representa una fracción notable del Mundo sideral.

En cuanto se refiere a la segunda condición, recordemos que la mente humana se halla en posesión de tres sistemas de Geometría: El de Euclides, el de Lobatchewsky, y el de Riemann, enteramente distintos e independientes entre sí, y que representan otros tantos posibles métodos de estudiar la estructura del espacio cósmico. Se está, además, en posesión del Cálculo Tensorial, que es con respecto a la matemática tradicional, lo que ésta es con respecto al lenguaje ordinario. Por fin se cuenta con la Física Cósmica o universal, fundada por Einstein y sus colaboradores Eddington, de Sitter, Lemaitre, Minkowski, Friedman, Born, Schwarzschild, etcétera, cuyas posibilidades rebasan el limitado campo de nuestra experiencia local, habiendo llegado a convertirse en un método maravilloso del pensamiento físico de alcance universal.

No resulta igualmente claro el asunto acerca de la tercera condición ya expuesta, la cuestión del «infinito». Por eso la Cosmología moderna se ha visto en la necesidad de plantear, de una manera muy concreta antes de abordar técnicamente la métrica del Cosmos, el problema: El Universo físico, ¿es finito, o infinito?

MARCO HISTORICO DE LA CUESTION:

a) FINITISMO GRECORROMANO

Es bien digno de notar que para los pensadores griegos de las épocas clásicas no existió, ni podía existir esta dudosa alternativa

en sus espíritus, enteramente poseídos por la idea de número, medida, armonía. Para ellos estaba claramente decidido que el mundo no podía menos de tener fin en el espacio, es decir, fronteras. Aquellos hombres sintieron siempre una repulsión ingénita hacia la idea de «infinito». Para sus inteligencias «infinito» equivalía a impensable, absurdo, no-real. Buen exponente de esta actitud es Aristóteles. Cuando en el libro XII de su *Metafísica* va estrechando las mallas del razonamiento para demostrar la existencia del Theos como Motor inmóvil—*kinoun akineton*—, se detiene victorioso, y da por terminada su tarea tan pronto como ha conseguido poner en evidencia que, de no admitir la existencia de dicho Motor, habría que admitir, por fuerza, que hay, efectivamente, una serie de motores, que se mueven sucesivamente lo que resulta absurdo, impensable y, por lo tanto, inexistente.

Así pues, para los helenos esa aplastante realidad, llena de orden, que se llama Mundo, debía ser «finita». En consecuencia, imaginaron el Universo como un sistema de esferas múltiples concéntricas, limitado por una ingente bóveda de cristal giratoria, donde estaban incrustadas las estrellas fijas. Más allá no había nada corpóreo, espacio ni materia. Claramente da a conocer esto Platón, cuando sitúa «el Mundo de las Ideas» en lo que llama metafóricamente, «lugar» transeleste, hyperuránicos topos, al cual no se podría llegar nunca por ningún camino material.

Tal es la imagen que, moldeada en sentido geocéntrico por Ptolomeo, recibieron los latino-romanos, y, de éstos, los pueblos cristianos medievales, entre los que se mantuvo vigente hasta el siglo XVI.

b) INFINITISMO RENACENTISTA: MUNDO SIN FRONTERAS

El Renacimiento, que tantas cosas buenas trajo y otras tantas óptimas demolió, quiso ahuyentar para cuatro siglos aquella armónica concepción del Mundo físico. Sin embargo, no fueron propiamente los cultivadores de las ciencias físicas quienes impusieron esta innovación en un principio. Estos se limitaron a sustituir el sistema geocéntrico por el heliocéntrico. La embestida partió del campo de la Filosofía, con Giordano Bruno al frente. Este fué quien, por vez primera, mantuvo, con una tenacidad que le llevó a los calabozos de la Inquisición, donde terminó sus días, la idea de que el espacio se extiende en todas las direcciones, y sin fronteras, hasta el infinito, poblado por infinitos mundos, con infinitos astros, posición que acusaba netamente el nacimiento, en Europa, de un nuevo espíritu, pero muy diferente, o tal antagónico, de todo lo helénico, a pesar de las toneladas de retórica que han escrito los sabios para explicar lo contrario. Así fué que los astrónomos no hicieron frente a esta concepción. Por ello, fué ganando terreno hasta que el descubridor de la Gravitación Universal la hizo suya, incorporándola, en cierto modo, a la Mecánica celeste. Pero el mismo Newton

no se limitó a consolidar la idea del espacio infinito y absoluto en el área de la Ciencia físico-matemática, sino que la volvió a proyectar sobre el campo de la filosofía, con su pasmosa afirmación de que el espacio infinito es, precisamente, el sensorio de Dios.

c) SIGLO XX. DE NUEVAS FRONTERAS A LA VISTA

Desde principios del siglo en curso, se ha operado nuevamente un cambio de actitud frente al problema que nos ocupa, conduciendo otra vez a una visión «finitista» del Cosmos corpóreo. Nos hallamos hoy ante una concepción que niega la infinitud del Mundo, y postula para éste fronteras cerradas, expresables en formas geométricas, y accesibles a las determinaciones de peso, número y medida.

Esta vez la mutación no se ha producido, al menos de manera formal y explícita, en los dominios de la Filosofía, sino en el plano de la Física y de la Matemática. Sin embargo, no sería difícil demostrar que las raíces secretas de este cambio llegan hasta el subsuelo de la *Metafísica*. Aquí es donde Einstein y otro físico (dándose cuenta o no de ello, esto poco importa), han modelado los conceptos de espacio y tiempo relativos, y la noción rigurosa de realidad-física, idea-madre, en la cuestión presente.

Mas como quiera que sea el finitismo del Mundo material, estaba predeterminado por razones metafísicas desde el momento que la existencia de una magnitud física infinita actual es filosóficamente imposible. Este es el motivo por el cual la Filosofía tiene derecho a hacerse oír en este asunto de la mayor importancia, desde el ángulo intelectual del ser humano.

ANÁLISIS LOGICO DEL INFINITO MATERIAL

Según los principios de la Geometría analítica, a cada punto o grupo de puntos de una línea recta corresponde un número y, recíprocamente, a cada número en la línea uno o varios puntos. De manera que hay una correspondencia bi-unívoca entre los puntos de una recta y el campo de los números; para un grupo más grande de elementos, hay un número mayor y, para un grupo más pequeño, un número menor, y recíprocamente. Ahora bien, una magnitud material actualmente infinita, consta, necesariamente, de una cantidad infinita actual de elementos o puntos, y a esta cantidad, que se supone real, debería corresponder un número actualmente infinito. Pero lo grave es que tal número no existe. Existe, sí, una serie indefinida de números, en el sentido de que puede hallarse siempre un número mayor que cualquiera otro dado, por grande que éste sea, puesto que siempre es posible añadirle, al menos, una unidad. Es decir, puede formarse sucesivamente otro número mayor, sin encontrar nunca límite a esta operación de incrementar. Mas precisamente por eso mismo se trata de un número esencialmente finito pues, evidentemente, un número infinito no admite incremento. Infinito más uno o infinito más mil es igual a infinito y nada más.

No existe, pues, un número infinito, pero debiera haberlo si existiera una magnitud física infinita actual. Es más, ni siquiera se concibe.

Una magnitud material infinita, dividida por dos es igual que si se divide por tres o por cien mil, pues el cociente siempre debe ser igual a infinito. Además, puesto que el cociente sería igual al dividiendo, resultaría que cualquiera de las partes habría de ser igual al todo. De donde tendríamos esta resultancia: que una parte del Mundo, v. g., la Tierra, sería igual al sistema planetario, y éste a nuestra Galaxia, y ésta al Universo entero; naturalmente, en el supuesto de que el Mundo fuera infinito. No siendo esto así, se explica que un cuerpo sea mayor que otro, v. g., que la Tierra sea mayor que la Luna.

Pero la consecuencia más grave que se desprende del supuesto infinitismo cósmico, es que el «mismo mundo espacial» sería Dios, o, por lo menos, un atributo de Dios. Lo «infinito» de cualquier orden que se le suponga, es propio y exclusivo de la divinidad. Esta conclusión examinada a la luz de los primeros principios del pensamiento humano, y teniendo en cuenta las propiedades del infinito cuantitativo, es inexorable. Es por lo que no andaba Newton tan descaminado cuando explicaba que «el espacio sin-fin» era como el órgano sensorial que ponía a la Inteligencia divina todas las cosas materiales en «potencia». Ni tampoco erraba mucho Malebranche al sostener que, como vemos todos los cuerpos en el espacio, si éste es infinito, y lo infinito es un atributo único de Dios, vemos, en fin de cuentas, todas las cosas en Dios.

Naturalmente, esto es absurdo; pero «lo es», porque la premisa de donde parte es también absurda: el infinitismo espacial. En resumen, desde el punto de vista filosófico el mundo material es finito, limitado por fronteras, que se hallan más o menos lejos de nosotros.

EL PUNTO DE VISTA DE LA CIENCIA POSITIVA

El Físico, el Astrónomo, etc., ese tipo de hombre que en el terreno de su especialidad no concede valor alguno al razonamiento elaborado en la pura atmósfera de los conceptos abstractos, habríase encogido de hombros ante el examen de lo infinito que acabamos de exponer, si por ventura le hubiese salido al encuentro. Espiritus moldeados en el Positivismo del laboratorio, no toman por *real*, es decir, por verdadero, más que los «observables»; por tanto, los hechos cualitativa y cuantitativamente determinables. Con éstos después construyen las teorías que, a su vez, permiten detectar nuevos hechos, y así sucesivamente.

He aquí por qué la moderna Cosmología científica no ha tomado carta en este problema general del Cosmos hasta no contar con el material empírico suficiente para dirigir la investigación por caminos seguros hacia una solución bien fundada y, al menos, probable. Tal es la que vamos a exponer seguidamente.

Para hacerlo con la mayor concisión y claridad posibles, vamos

a prescindir del orden histórico en que han ido apareciendo los hechos y las ideas. Pasaremos por alto complejas y difícilísimas consideraciones, tanto físicas como matemáticas, para recoger, casi escuetamente los resultados más esenciales. Pero presentaremos los puntos básicos, metódicamente articulados, de manera que, entre ellos, haya una cierta ilación, una continuidad ya lógica, ya empírica. Así el lector se verá empujado paulatinamente por la misma fuerza de los hechos y de los conceptos, hasta llegar a la visión del Todo que se busca.

LOS CAMINOS DE LA LUZ

Imaginemos que desde la Tierra parte en cualquier dirección del espacio un rayo de luz inextinguible. Este rayo se irá alejando de nosotros a razón de trescientos mil kilómetros en números redondos. Si las regiones del espacio por donde el rayo va pasando estuvieran absolutamente vacías de materia-energía, de manera que la densidad media, fuese igual a cero, $= 0$, entonces la trayectoria descrita por el rayo sería, en virtud del Principio de Inercia, una «recta», en el sentido de la Geometría de Euclides. Es decir, sería una línea dotada de estas tres propiedades: 1.º, representaría la más corta distancia entre dos puntos. 2.º, coincidiría con la línea visual que une el ojo del observador con el punto que se mira. 3.º, avanzaría dando siempre la espalda a la Tierra y, por tanto, nunca podría volver al punto de partida.

Pero en el Universo no hay espacios «absolutamente vacíos» de materia-energía. Incluso es imposible que exista. Efectivamente. El espacio es algo «lleno». Lleno bien de materia, bien de energía o campo energético en cualquiera de sus formas múltiples. Dicho con mayor exactitud: el espacio está «lleno» de «campo» o material, o magnético, o electrostático, o electromagnético o gravitatorio. Pues toda «realidad física» se reduce a «campo». Eso que impresiona a nuestros sentidos como «materia» es, dice Einstein, simplemente una enorme concentración de energía dentro de un volumen relativamente pequeño. De donde se concluye que podemos considerar como materia la región donde el campo es extremadamente intenso.

Donde no hay materia hay menor intensidad de energía, pero también está «repleto» de «campo». Este se halla presente en todos los puntos de espacio. No existe vacío ni poros. Lo que en los laboratorios o en Astronomía se llama «vacío», significa tan sólo una relativa escasez de partículas materiales ponderables, pero no quiere decir ausencia de energía o de campo. Bien podemos decir, en un sentido mucho más preciso y exacto, que los antiguos: La Naturaleza tiene horror al vacío. Este, el vacío, es matemáticamente igual a cero, a nada.

Si se quiere mantener la Tesis de que existe el «espacio vacío» en cualquier región del Universo, es forzoso admitir *ipso facto* que entre todos los puntos circundantes a esa región «aquellos» que se hallan en posición diametralmente opuesta, están separados por una

distancia determinada, mayor o menor en proporción a la extensión del espacio supuesto vacío. Ahora bien: Si la citada región se encuentra de verdad «absolutamente vacía», es evidente que no contiene «nada real». Pero entonces es necesario conceder también que los puntos de que se habla están separados por «nada». Mas si no hay nada entre ellos que los separe, es lógico concluir que aquellos puntos que se suponía separados por una región vacía, en realidad no están separados, sino «contiguos», es decir, en inmediato contacto. En tal caso, no media distancia alguna entre los pares de puntos opuestos. Por consiguiente, no hay espacio entre ellos. Luego la hipótesis de un «espacio vacío absolutamente» es absurda. No existe, por ende, el vacío y, además, es radicalmente imposible. Es «nada», igual a cero.

Una cantidad de espacio es igual a una cantidad de energía o campo. En el fondo de las cosas, espacio y energía son iguales, o, cuando más, son meros aspectos diversos de una misma entidad física. Imaginarse, por lo tanto, un espacio vacío, es decir, un espacio en el que no hay nada, es lo mismo que imaginar un océano sin aguas o un bosque sin árboles. En síntesis: Espacio no es otra cosa que energía física sin residuo y, por lo tanto, el Espacio Universal es, ni más ni menos que la suma íntegra de toda la energía física existente, el cúmulo de cuanto hay en el Cosmos, corpóreo, bajo forma de materia o de campo. Y este Espacio, todo energía, reposa en sí mismo, y está alojado en sí mismo. Ninguna otra cosa física, corpórea, le puede servir de soporte ni alejamiento, porque tal cosa no existe ni puede existir.

Todo esto podría decirse también de una manera aparentemente muy distinta; pero, en realidad, por completo equivalente: No hay Espacio independientemente, si por tal se entiende el gran «recipiente» donde nos imaginamos que están encerrados los cuerpos como en un «arcón» ultracolosal. Lo que de veras hay ese Tensor-Energía, bien en estado de suma concentración y, en tal caso, tenemos el campo material bien en estado difuso, y entonces tenemos el campo gravitatorio, electromagnético, etc.

La suma de todos los tensores-energía parciales que componen el Cosmos, es, según el Principio de conservación de la energía, rigurosamente constante. En cambio, no conocemos razón ni experiencia alguna en virtud de las cuales se pueda lícitamente afirmar que el «volumen» total de dicha Suma sería «invariable». Se prefiguran, por ende, tres posibilidades: 1.º, que el Volumen del Mundo permanezca en estado de equilibrio. 2.º, que dicho Volumen sufra una contracción. 3.º, que se halle en estado de aumento o expansión. Más adelante desarrollaremos esta posibilidad.

No habiendo vacío en el Espacio cósmico, o sea, siendo la densidad del Tensor Materia-Energía superior a cero en todos los puntos del universo físico ¿qué trayectoria describirá el rayo de luz que ha partido de la Tierra? Teórica y experimentalmente se sabe que la luz posee una cierta «magia», es decir, «pesa» y, por lo tanto, en un espacio donde reina el Tensor-Energía de la materia, tiene que

«caer», por decirlo así; se desvía lenta, pero constantemente, de la línea «recta», ideal en el sentido de la Geometría de Euclides. Recta cuyas características se han dado más arriba.

Describirá pues, una trayectoria «reentrante», de curvatura proporcional a la fuerza del «campo».

No se puede dudar de la existencia del fenómeno descrito, pues ha sido comprobado cuantitativamente en varios eclipses de Sol desde que Einstein predijo el efecto, basándose en puro cálculo. La fórmula relativista reducida a su más sencilla expresión, es

$$\alpha = \frac{k \cdot M}{2 \Delta}$$

donde α significa el valor de la desviación en segundos de arco; k representa la constante de gravitación en la Física de la Relatividad, igual a $1,86 \cdot 10^{-27}$; M designa la masa de la estrella por cuyo campo pasa el rayo de luz, y Δ designa la distancia del origen de las coordenadas, que se supone en el centro de la masa estelar, al punto donde se quiere medir el valor de la desviación. En las proximidades del campo solar, el efecto es bien perceptible, pues ha dado $1,7''$ de arco. Lo mismo debe suceder, naturalmente, en los restantes campos estelares, con una diferencia correspondiente a la diversidad de masa y radio de las mismas. Por el contrario, en la lejanía de las masas astrales, el efecto ha de ser muy pequeño y, en consecuencia, muy difícil de comprobar empíricamente, al menos por ahora. Pero ello no quita fuerza de realidad al fenómeno, permaneciendo siempre 00.

Este pequeño efecto en el terreno de las ciencias prácticas y de la técnica, carece de toda importancia. Pero la tiene grandísima en la esfera de la Ciencia pura, a quien únicamente le interesa desentrañar los secretos de la Realidad: descubrir y contemplar gozosamente la Verdad.

ELISEO ORTEGA RODRIGO

