

# VALOR APOLOGÉTICO DEL SEGUNDO PRINCIPIO FUNDAMENTAL DE LA TERMODINÁMICA

## EL ARGUMENTO ENTROPOLÓGICO DE LA EXISTENCIA DE DIOS

### I

En el primer número de la autorizada revista *Gregorianum*, publicada por la Pontificia Universidad Gregoriana, apareció en 1920 un notable estudio del insigne cardenal Luis Billot, S. I., acerca del problema de mayor trascendencia y actualidad que se plantea y puede plantearse en el campo de la Filosofía cristiana: "De Deo prima causa efficiente, exemplari, et finali Universi". A la pregunta de si después de tantos y tales progresos de las ciencias físicas y naturales; después de tan maravillosos descubrimientos realizados, así en las entrañas de la tierra como en las profundidades del cielo, han hallado los científicos manera de explicar, con más verosimilitud que antes, el enigma del Universo, sin necesidad de recurrir a Dios creador, conservador y gobernador, responde con su acostumbrada claridad y elocuencia de estilo: "Muy al contrario; si algún cambio se ha producido, échase de ver que es en favor de una mayor evidencia de la necesidad de Dios creador; y si, dadas las nuevas condiciones de las personas y de las cosas, hubiese de corregirse en algo la

frase del Apóstol que declara inexcusables a los sabios de este mundo que no quisieron reconocer la omnipotencia y divinidad del Autor del Universo, debería serlo en el sentido de aumentar más y más su culpa e inexcusabilidad". Y la razón es porque, arrinconadas por la ciencia moderna, a juicio del eminente teólogo, las opiniones que afirmaban o ponían en tela de juicio la posibilidad de un mundo eterno, tenemos hoy en nuestras manos el medio más fácil y eficaz para demostrar la existencia del Ser Supremo, conforme a la enseñanza del Doctor Angélico: "Via efficacissima ad probandum Deum esse, est ex suppositione novitatis mundi... Nam si mundus et motus de novo inceptit, planum est quod oportet poni aliquam causam quae de novo producat mundum et motum, quia omne quod de novo fit, ab aliquo innovatore oportet sumere originem, cum nihil educat se de non esse ad esse" (1).

Según esto, a nadie puede maravillar el aplauso sincero y entusiasta con que muchos filósofos y apologistas católicos recibieron la consecuencia de la *ley de entropía*, formulada por R. Clausius en 1867: "Ha sido descubierta una ley de la naturaleza, la cual permite deducir con certeza que el Cosmos no sigue un curso circular, sino que cambia su estado siempre en una misma dirección, por lo cual tiende a un estado límite final" (2). Apoyados en este fundamento científico, que parecía ofrecer todas las garantías de solidez e inmovilidad, no pocos cosmólogos neoescolásticos — entre ellos Donat, Cotter, Schwertschlager — formularon y establecieron la tesis de que "no sólo no es necesario que el mundo exista *ab aeterno*, sino que la razón demuestra suficientemente el origen temporal del mismo". Probada esta proposición, basta aplicar a su objeto el principio de causalidad, de absoluta y necesaria certeza, para tener irrefragablemente demostrada, conforme al texto citado de Santo

(1) *Summa contra Gentiles*, l. I, c. 13. No es menos expresivo el Santo en su comentario *In Phys.*, l. VIII, lec. 1: «Haec enim via probandi primum principium esse, est efficacissima, cui resistere nemo potest. Si enim mundo et motu existente sempiterno, necesse est ponere unum primum principium, multo magis sempiternitate eorum sublatam.

(2) *Ueber den zweiten Hauptsatz der mechanischen Waermetheorie*, Braunschweig, 1867, p. 17.

Tomás, la existencia del Creador. Es el argumento llamado *entropico* o *entropológico*, introducido abierta y distintamente en la Teología natural, en 1893 y 1895, respectivamente, por los jesuitas alemanes José Höntheim y Bernardo Boedder en sus obras *Institutiones Theodicæ* y *Theologia Naturalis*.

Antes que ellos, el filósofo alemán G. von Hertling, en su estudio "Ueber die Grenzen der mechanischen Naturerklärung" (Bonn, 1875), y el astrónomo italiano P. Angel Secchi, en dos famosas conferencias sobre la grandeza del Universo, tenidas en Roma en 1876, habían anunciado expresamente la posibilidad de demostrar el origen del mundo por creación, partiendo del segundo principio de la Termodinámica. Interminables nos haríamos si quisiésemos citar los nombres de los escritores y los títulos de los trabajos que han expuesto y defendido el nuevo argumento de la existencia de Dios (3). Bastará que recordemos algunos entre los más principales: los ilustres físicos A. E. Haas y Ludwig Dressel en los artículos publicados, respectivamente, en *Archiv fuer systematische Philosophie* (XIII, 1907), y en *Stimmen aus Maria-Laach* (1890, 1909, 1910); el astrónomo C. Braun, S. I., para quien "la verdad de que el Cosmos ha sido creado por un Ser Supremo, no es ya una tesis filosófica o teológica, sino que la ciencia misma conduce a ella directamente" (4); el filósofo F. Klimke, S. I., el cual en su clásico libro *Der Monismus*, deduce la necesidad del comienzo del curso del mundo, sin pasar adelante a establecer la creación de la materia; el profesor de Fulda C. Gutberlet, que en sus conocidas obras acerca de la Filosofía de la Naturaleza—*Kosmos, Naturphilosophie, Theodizee*—explica detenidamente y examina con diligencia el contenido de la prueba en cuestión; Gatterer, en su profundo estudio "Ist das Universum ein Perpetuum mobile?"

(3) Quien quisiese enterarse de la historia y de la bibliografía alemanas acerca de este punto consulte la obra del Dr. Josef Schnippenkoetter, *Der entropologische Gottesbeweis* (A. Marcus, Bonn, 1920), y el estudio de K. Staab, *Die Gottesbeweise in der katholischen deutschen Literatur von 1850 bis 1900* (Paderborn, 1910). No sabemos si también para otras lenguas o naciones existen monografías semejantes.

(4) *Uebes Kosmogonie vom Standpunkte christlicher Wissenschaft*, Muenster, 1905, p. 359.

—*Philosophisches Jahrbuch*, 1914—; los neoescolásticos Farges, Monaco, Bossmann, Reinstaedler, entre otros, en sus manuales y compendios de Filosofía; Eymieu, en su tratado *Le naturalisme devant la Science*; Guibert, en la *Revue pratique d'Apologétique* (t. V, pp. 364-372); Schanz, Schweitzer, Wunderle y otros muchos, en las obras apologéticas y cursos de religión publicados mayormente en los dos primeros decenios de este siglo (5).

Frente a la numerosa y escogida falange de admiradores y propugnadores del nuevo argumento alineos, ya desde los principios, la hueste de los críticos y de los adversarios, no exigua en número ni en autoridad. Eran pensadores, así filósofos como científicos, para quienes los eslabones de la argumentación, y aun el principio de ella, distaban mucho de poseer la solidez necesaria para constituir una prueba universal y absolutamente eficaz de la existencia del Creador. Ya en 1892, en su magnífica obra *Die Weltraetsel*, el P. Tilmann Pesch manifestaba poca fe en las predicciones de la Termodinámica acerca del estado final del Cosmos; en tanto que el ilustre P. A. D. Sertillanges, O. P., en la serie de artículos sobre "La preuve de l'existence de Dieu et l'éternité du monde" (*Revue Thomiste*, 1897), atacaba preferentemente la legitimidad de la extensión a todo el Universo de la ley de degradación de la energía. La aversión hacia el argumento, cada vez menos disimulada en no pocos escritores, llegó al colmo en el sacerdote húngaro G. Pécsi, autor del audaz y extravagante libro *Crítica de los axiomas de la Física moderna*, el cual en su *Theodicaea* (Esztergom, 1909, p. 144) enuncia la tesis siguiente en extremo radical: "Argumentum entropicum omni fundamento physico caret".

La controversia acerca del valor apologético del principio de entropía llegó a su punto culminante, y a la vez tomó un nuevo

---

(5) Se ha hecho notar que el argumento entropológico en favor de la existencia de Dios ha alcanzado importancia casi exclusivamente en el campo de la Apologética católica. En la teología protestante no ha ocupado lugar alguno: sus diccionarios y textos guardan silencio absoluto acerca de este punto. ¿Será debido, siquiera en parte, al influjo en ella ejercido ya desde antiguo por el subjetivismo kantiano, para el que los argumentos teóricos que se aducen para demostrar la existencia de un Sér necesario carecen de toda eficacia y valor científico?...

rumbo, al parecer decisivo, en el folleto de Al. Mueller, *Der Entropiesatz und die Dauer der Weltprozesse* ("Natur und Offenbarung", 1910), y más especialmente en el libro de C. Isenkrahe intitulado *Energie, Entropie, Weltanfang, Weltende* (Trier, 1910), en donde se exponen con toda claridad y profundidad los puntos flacos de la argumentación del P. Dressel, S. I., el más sereno y autorizado—por su doble carácter de físico y de filósofo—de los apologistas de la validez de la prueba en los primeros cuarenta años. Consecuencia de estos ataques fué que el mismo Dressel, al hacer la crítica de la obra de su adversario, retrocediese a nuevas y más firmes posiciones: "No dudo en reconocer—escribe—que la ley de entropía, lo mismo que las demás leyes energéticas, en cuanto nos es dado hoy por hoy penetrarlas, no proporcionan base suficiente para un argumento perentorio de la existencia de Dios" (6). Inmediatamente influido por estas elevadas discusiones, el conocido profesor de la Universidad Católica de Lovaina, D. Nys, publicó, en 1913, en la *Revue Néo-scholastique de Philosophie*, el trabajo "Le temps a-t-il commencé et finira-t-il?"—incorporado luego a su libro *La notion de temps* (Louvain, 1913)—, verdadero ataque a fondo, aunque quizás no suficientemente preparado, contra todos los elementos esenciales del núcleo del argumento. Mayor solidez y eficacia debe atribuirse al escrito, reposado y profundo, de P. M. Périer, "Les emprunts scientifiques en Théodicée", en *Revue pratique d'Apologetique* (1919, t. XXIX, pp. 357-367), y al pequeño pero sustancioso y eruditísimo libro de Schnippenkoetter antes citado. Ni cabe silenciar la mayor ponderación y exactitud de no pocos autores escolásticos más recientes—Descoqs, Van de Woestyne...—al proponer y enjuiciar la prueba en cuestión, y la omisión de la misma en las ediciones posteriores de muchos

---

(6) *Stimmen aus Maria-Laach*, LXXIX, 1910, p. 193. Índice del interés provocado en el campo apologetico por el argumento entrópico en Alemania, y de la viveza de las discusiones en torno al mismo, puede ser el hecho de que en pocos años, hasta 1915, en solas las *Monatsblätter fuer den katholischen Religionsunterricht an hoeheren Lehranstalten* aparecieron no menos de veintidós artículos, escritos por diez autores distintos.

apologistas y teólogos—Rauschen, Junglās, Rademacher, Diekamp, etc.—(7).

Consignadas estas breves notas de bibliografía y de historia por haberlas juzgado útiles y aun convenientes, al principiar nuestro estudio, hora es ya de pasar a la formulación del argumento objeto de examen. Como todas las pruebas en favor de la existencia de Dios consideran el Universo bajo un aspecto en el que aparece como no suficiente para sí, como finito o limitado —mutabilidad, contingencia, etc.—, así la argumentación de que vamos a ocuparnos lo presenta como circunscrito o limitado en la duración. El argumento entrópico en su forma más radical, que conduce, no sólo a un Organizador u Ordenador del Cosmos, sino a un Creador de la materia, puede formularse en los siguientes términos: *Del segundo principio de la Termodinámica sigue-se que el Universo marcha incesantemente hacia un estado final de paralización o de muerte térmica. Ahora bien: este fin de la serie de los procesos energéticos del Cosmos, considerado en su integridad, importa el comienzo temporal de la misma. Por otra parte, si el curso del mundo no es eterno, también la materia, "substratum" de los intercambios energéticos, ha comenzado a existir en el tiempo (absoluto) o con el tiempo (cósmico). Luego existe un Creador del mundo, el cual o es el "Ens a se"—Dios—, o lo supone, conforme al proceso lógico tan conocido de la Teodicea. O, según la forma concisa y enérgica de Sertillanges: "Si l'énergie visible décroît sans cesser, quelque quantité qu'en ait possédé le monde, elle serait épuisée depuis longtemps. Que dis-je? depuis une éternité, si le monde était éternel... Le monde a donc commencé et il n'a pu commencer que par l'intervention de la Cause première" (8).*

(7) Señalado por demás es el caso de Franz Sawicki en su obra *Die Wahrheit des Christentums*. Mientras en la primera edición (1911) presentaba sin desconfianza alguna el argumento, en la siguiente (1913) calificábalo ya de no apodéctico, para omitirlo del todo —«por no poder sostenerse», son sus palabras—en la tercera, aparecida en 1918. Influjo decisivo en este cambio de opinión ejerció el comercio epistolar entre el autor e Isenkrahe, que se extendió desde junio de 1914 hasta abril de 1918, y ha sido publicado en el segundo cuaderno de la obra *Untersuchungen ueber das Endliche und das Unendliche*, von Prof. C. Isenkrahe (A. Marcos, Bonn, 1920).

(8) *Revue thomiste*, 1897, p. 750. Muy otro es el camino que sigue el P. L. Gatterer, S. I., en su estudio antes citado (p. 368). «Toda

La validez de esta prueba supone el establecimiento sólido de algunas proposiciones, que han sido y siguen siendo objeto de vivas discusiones y delicados estudios: 1.<sup>a</sup> ¿Es el principio del aumento de la entropía una verdadera ley de la naturaleza, de carácter dinámico y físicamente cierta? 2.<sup>a</sup> Esta ley, que rige o parece regir los fenómenos actuales, ¿ha siempre gobernado los procesos energéticos pasados, y se aplicará sin excepción a los futuros? 3.<sup>a</sup> ¿Puede este principio, formulado según los hechos observados en el restringido campo de nuestras experiencias, ser extendido legítimamente al ámbito todo del Universo? 4.<sup>a</sup> El mundo material, ¿es en verdad un sistema finito, y su energía total es también limitada? 5.<sup>a</sup> ¿Es un sistema energéticamente cerrado, sustraído a toda influencia exterior? 6.<sup>a</sup> ¿Repugna la existencia *ab aeterno* de la materia, antes de que se iniciase la serie de los intercambios energéticos?... Entremos ya en la exposición y examen de tan interesantes y arcanas cuestiones científico-filosóficas (9).

## II

En 1824 hacía modestamente su aparición en París una Memoria titulada *Réflexions sur la puissance motrice du feu et les machines propres à développer cette puissance*. Nadie sin duda

---

vez que el curso del Cosmos o la serie de sus procesos energéticos tendrá fin, resulta evidente que tampoco puede tener en él su razón última. En otras palabras, el curso del Universo—ora haya comenzado en el tiempo, ora exista desde toda la eternidad—ha sido producido en última instancia por una Causa immaterial supramundana. Esta causa es Dios.» Es, como se ve, una argumentación mucho más profunda y filosófica, que toma, sí, de la ciencia el punto de partida, pero al momento se eleva al plano de la Metafísica pura.

(9) El P. Roberto von Nostiz-Rieneck, S. I., en su obra *Das Problem der Kultur* (Freiburg, 1888, p. 127), hace notar cómo también el ateísmo ha intentado aprovecharse para sus fines de la negación de la existencia de un Sér supremo, de las consecuencias fatales que de la ley de la entropía se seguirían—según sus principios—para el Universo: «Destrucción de toda ciencia al apagarse la última chispa de vida espiritual, aniquilación de todos los ideales, de todas las obras de arte, de todos los esfuerzos y realizaciones culturales, con la desaparición del sujeto de toda cultura, la humanidad.»

hubiera osado pronosticar que aquellas 118 páginas habían de injertar en el ya frondoso árbol de la Física una nueva rama que, después de ofrecer sazonados frutos al estudio de las relaciones entre el calor y el trabajo, debía cubrir con su benéfica sombra el campo todo de los fenómenos de la naturaleza. Su autor, el ingeniero francés Leonardo Sadi Carnot—arrebatao por el cólera en 1832 a los 36 años de edad—, proponíase estudiar y resolver el importantísimo problema práctico de las condiciones requeridas para que el rendimiento de una máquina de vapor—*de fuego*, como entonces se decía—sea el mayor posible, es decir, para que sea máximo el trabajo mecánico mediante ella obtenido. Partiendo de la imposibilidad del llamado “movimiento continuo”, y de la proposición acerca de la reversibilidad de la máquina térmica ideal, llega a la formulación del famoso enunciado: “La potencia motriz del calor es independiente de los agentes puestos en juego para lograrla; su cantidad depende únicamente de las temperaturas de los cuerpos entre los que en último resultado se realiza el transporte del calórico”. En otros términos: para que el calor pueda producir trabajo mecánico se requiere no sólo calor, sino también frío; es preciso que se pueda hacer pasar una parte de este calor a un cuerpo o recipiente de más baja temperatura; el calor tiende entonces a ponerse en equilibrio entre los cuerpos desigualmente cálidos, y goza por lo mismo de una verdadera fuerza motriz. Es, en sustancia, el contenido nuclear del llamado más tarde *segundo principio fundamental de la ciencia del calor*. Sin embargo, como tantas veces se ha hecho notar, la forma del enunciado de Carnot se halla esencialmente viciada por la falsedad de la hipótesis de la existencia y sustancialidad del “calórico”—cuya cantidad correspondería, en la conocida comparación de dicho autor, a la del agua que se precipita en un salto o cascada hacia el nivel inferior—: según ella, el calor no haría sino pasar por la máquina, de suerte que toda la cantidad cedida por la caldera se hallaría íntegra en el refrigerador. Lo que en 1824 no sospechaba siquiera el joven físico, a saber, la transformación de unas formas de energía en otras y la conservación de la misma energía, lo intuyó y consignó más tarde en un cuaderno de notas, salvado a su muerte de las llamas, y hecho público sólo



en 1878 (10). Por esto, considerada en su conjunto la obra de Carnot, bien puede afirmarse, saliendo al paso de no pocos errores e inexplicables pretericiones, que no sólo fué él el precursor, mas el verdadero fundador *de jure* de la Termodinámica entera, con la que pareció darse un golpe fatal a la concepción mecanicista del Cosmos, en tanto que se sembraba el germen de maravillosos e insospechados desarrollos científico-filosóficos.

Si prescindimos de la aplicación—alabada por unos y por otros censurada—que de ella hizo su amigo y discípulo Clapeyron, en sus memorias y trabajos teóricos, la obra científica de Sadi Carnot pasó del todo desapercibida y permaneció ignorada por espacio de dos decenios: la causa de ello debe buscarse, en gran parte, en el entusiasmo que en los medios científicos de la primera mitad del siglo XIX había despertado el descubrimiento de las grandes leyes y principios que aseguran la conservación y estabilidad de los elementos fundamentales del Universo—materia, energía, masa, electricidad...—. Fué el insigne físico escocés W. Thomson (1824-1907) quien, a partir de 1848, contribuyó con sus estudios acerca de la Termología, a sacar del olvido el fecundo *principio* de Carnot. En 1849, después de los primeros trabajos de Mayer, Joule, Helmholtz y otros sobre la conservación de la energía, sospecha ya que el calor no pasa íntegramente al refrigerador de la máquina de vapor; pero no halla manera de librarse de la explicación dada por Carnot, ya que también él permanece agarrado al imponderable "flogisto". Con todo, tres años más tarde presentó el ya famoso principio bajo una forma del todo independiente de la naturaleza del calor: "El aprovechamiento de la energía calorífica existente en el medio externo, no puede perpetuar el movimiento de ninguna

---

(10) Recordemos algunas de sus frases inmortables. «El calor no es otra cosa que la potencia motriz—es decir, la energía—, que ha cambiado de forma»... «Se puede, pues, afirmar en tesis general que la potencia motriz se halla en cantidad invariable en la naturaleza; que, hablando con rigor, ni se produce ni se destruye jamás. En realidad cambia, sí, de forma...; pero jamás se aniquila.» No sin fundamento, pues, aunque con alguna exageración, debida al entusiasmo, pudo escribir W. Thomson: «En toda la extensión del dominio de las ciencias nada hay más grande, a mi parecer, que la obra de Leonardo Sadi Carnot». Cf. el artículo «Grandeur et modestie d'un savant français, Sadi Carnot», publicado en *La Nature*, 1933, v. I, página 97.

máquina térmica". Es evidente que un dispositivo semejante no estaría en pugna con la ley de la conservación de la energía, ya que no recibiría el impulso de la nada, sino de la inmensa energía térmica del océano, v. g., si imaginamos que un buque es movido por dicha máquina. No obstante, vendría a ser una suerte de "móvil perpetuo", toda vez que sólo consumiría la energía térmica del aire o del mar, que en todas partes está disponible. El mar se enfriaría un poco en la proximidad del navío, y éste en cambio recibiría energía cinética. En resumidas cuentas, empero, el mar no quedaría enfriado por esta utilización de su energía, ya que durante el viaje la energía tomada al agua por la máquina le sería devuelta al punto por el rozamiento del navío en forma de calor. Y al término del viaje, aun el pequeño resto de energía de movimiento, existente todavía en la masa de la nave, sería rápidamente reintegrado al océano por frotamiento. Pudiérase, por tanto, mediante un dispositivo parecido, obtener ilimitadamente trabajo útil de la energía térmica del océano. Más brevemente y en forma negativa se ha enunciado este principio, diciendo que "es imposible un móvil perpetuo de segunda especie" (11).

Más importante todavía que el del ilustre profesor de Glasgow es, en la historia de la segunda ley fundamental de la Termodinámica, el lugar que corresponde al sabio alemán Rodolfo Clausius (1822-1888), indiscutible fundador de la ciencia mecánica del calor: hasta él Dinámica y Termología no habían establecido contacto alguno. Después de haber también rendido homenaje a la falsa hipótesis de la indestructibilidad del calor, llegó en sus investigaciones a una enunciación exacta y definitiva del segundo principio, independientemente de la obra de Carnot, cuyos méritos y prioridad fué el primero en reconocer;

(11) Por tal se entiende, según Planck, «una máquina de funcionamiento periódico, que no hiciese otra cosa que levantar un peso y enfriar un manantial de calor» (*Léçons de Thermodynamique*, Hermann, París, 1913, p. 95). Más generalmente lo define Bavinck: «Un aparato que permitiese un curso circular perfecto de la energía, la conversión de una especie de energía en otra, y luego de ésta en la primera, hasta el restablecimiento completo del estado inicial» (*Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften*, Hirzel, Leipzig, 1933, p. 78). Fué Ostwald quien por vez primera introdujo en la Energética la designación de *móvil perpetuo de segunda especie*.

separó en ella desde luego el elemento inaceptable, la conservación del pretendido "calórico", de la evidente irreversibilidad de los procesos energéticos en la máquina de vapor—la comparación no hay que establecerla con el fenómeno reversible del descenso de un líquido a más alto nivel en uno de los vasos comunicantes, sino con el proceso de mezcla de dos gases contenidos en sendos globos puestos en comunicación—. Una parte no despreciable de la actividad de nuestro físico hubo de consumirse en la solución de las contradicciones, que tan grandes parecieran a Thomson, entre el *principio de Carnot*—así llamado por el mismo Clausius—y el de la conservación de la energía, que rápidamente iba abriéndose camino: todavía sesenta años más tarde Haeckel y los corifeos del monismo materialista esgrimirán las mismas enmohecidas armas para defender la eternidad y necesidad de la materia. A partir de 1850 Clausius ha enunciado su axioma—así llamado por Poincaré—bajo formas cada vez más precisas y exactas. "A la producción de trabajo—es la primera formulación—corresponde como equivalente un mero paso de calor de un cuerpo caliente a otro frío"; o, lo que es lo mismo: "El calor no puede pasar espontáneamente de un cuerpo más frío a otro más caliente". En atención a las objeciones a que puede dar lugar el vocablo "espontáneamente", propuso más tarde esta fórmula: "El paso de calor de un cuerpo más frío a otro más caliente no puede tener lugar sin compensación"; es decir, debe acompañarle otro proceso que lo compense y que pueda tener lugar por sí mismo. Los enunciados de Clausius y de Thomson son del todo equivalentes: cada uno de ellos se deduce lógicamente del otro (12).

(12) Así puede verse demostrado, p. e., en el artículo de F. Hasenöehl «Die Erhaltung der Energie und die Vermehrung der Entropie» (*Physik. Die Kultur der Gegenwart*, Teubner, Leipzig, 1925, página 757). Muy poco después también Thomson publicaba su axioma o postulado, menos conocido que los precedentes: «Es imposible, por medio de la materia inanimada, obtener trabajo mecánico de un cuerpo mantenido a temperatura inferior a la de los cuerpos circundantes». No es raro en autores más o menos influidos por la escuela «energetista» presentar el principio de Carnot-Clausius, en su forma restringida, como un caso particular de la *ley de las intensidades*. Llamada también *principio de Ostwald o de Helm*: «Un fenómeno sólo puede tener lugar cuando existe una diferencia no compensada de intensidad o de tensión de la energía; el fenómeno que se pro-

Una formulación del todo general y comprensiva, no limitada a las solas trasformaciones de calor en trabajo y viceversa, antes valdiera para todos los intercambios energéticos sin excepción, ofreció a Clausius la observación y examen de los fenómenos que tienen lugar en el mundo físico, y de las energías que en los mismos intervienen. No todas ellas, en efecto, poseen el mismo valor útil o de transformación. Mientras algunas, llamadas de *primera clase*—entre las que sobresalen la energía cinética de las masas inertes, la energía potencial de la gravitación, las energías electrostática y electrodinámica, la energía elástica dentro de los límites de la elasticidad perfecta—, pueden convertirse casi íntegramente en otra cualquiera; otras, como la energía química en general y la energía térmica a más elevada temperatura que el medio ambiente, sólo en parte queden ser trasformadas en energías de mayor valor, pues el resto ha de pasar por necesidad ineludible a energía de mínimo valor—energías de *segunda clase*—; en tanto que la energía calorífica de los cuerpos dispuestos en un extenso recinto del todo aislado, en el que reina una temperatura del todo uniforme—energía de *tercera clase*—, no puede ni en todo ni en parte convertirse en trabajo mecánico ni en otra energía de calidad superior. Clausius llamó *positivos*—algunos autores prefieren apellidarlos *naturales* o *espontáneos*—a los procesos o trasformaciones en que energía de clase superior pasa a clase inferior; mientras que los intercambios que tienen lugar en dirección contraria son calificados de *negativos*—*artificiales* o *provocados*—. Según esto, la segunda ley puede enunciarse así: “Los procesos *positivos* son siempre posibles sin necesidad de compensación alguna; los *negativos*, en cambio, no se ofrecen espontáneamente, antes sólo pueden desarrollarse si van acompañados de un proceso positivo por lo menos equivalente”: es el principio de la *equivalencia de las trasformaciones*. Basta recordar un hecho: la conversión del trabajo mecánico en calor es conocida aun de los pueblos más salvajes y primitivos; el aprovechamiento de la energía del vapor de agua fué enseñado a la Europa moderna por el ingenio

---

duce en este caso tiene un valor proporcional a la diferencia de intensidad de las energías presentes».

de Dionisio Papin. "En consecuencia — así Chwolson —, en los procesos del Cosmos que nos es conocido domina una tendencia enteramente definida: todos sin excepción marchan en una dirección determinada. Si nos imaginamos a todo proceso positivo como un paso hacia adelante y a todo proceso negativo como un paso hacia atrás, podemos afirmar que pasos de avance pueden presentarse en cada instante en el número que se quiera, en tanto que todo paso de retroceso debe ir acompañado de otro hacia adelante que lo compense plenamente" (13).

Así, pues, la energía total contenida en un sistema cerrado permanece constante en *cantidad* a lo largo de todos los procesos que se verifiquen—es la ley de Mayer—; pero su *calidad* va variando, y siempre en el sentido de desvalorización o empeoramiento. No es lo mismo para la obtención de trabajo mecánico disponer de un millón de julies bajo la modalidad de energía potencial de gravitación, o en forma de calor a muy elevada temperatura, o de energía térmica en las proximidades del cero absoluto: la cantidad de energía *utilizable*—denominación usada por Maxwell y Gouy—es cada vez menor. En todos los procesos físicos y químicos se produce calor—por frotamiento, por efecto Joule, por conducción, por irradiación, etc.—; y aun cuando esto no significa que todas las energías de un sistema hayan de revestir finalmente la modalidad térmica, es lo cierto que la cantidad de calor—energía *menos aprovechable*—va creciendo necesariamente. Por esto el segundo principio de la Termodinámica, a propuesta de Tait, que introdujo la designación de *energía degradada* para el calor, es conocido con el nombre de *principio de la degradación de la energía*, de inteligencia accesible a toda persona culta. "Todas las energías, incluso la mecánica—ha escrito W. Ostwald—, conviértense con suma facilidad en calor, el cual luego se compensa sin formación de otra energía libre. Según esto, los procesos todos en la tierra se desarrollan en el sentido de que las cantidades de energía útil van disminuyendo sin cesar. Que los fenómenos y sucesos en nuestro globo no hayan cesado hace ya mucho tiempo, debémoslo al incesante aflujo de

---

(13) Hegel, Haeckel, Kossuth und das zwölfte Gebot. Braunschweig, 1906, p. 66.

energía libre en forma de radiación procedente del Sol" (14). Y ¿qué queda en último resultado de la enorme suma de 2,5 trillones de pequeñas calorías que cada minuto llegan de él a nuestro planeta? Si prescindimos de la parte insignificante que resta en forma de energía química en las materias de constitución de los vegetales, todo lo demás termina en energía atada, en calor a baja temperatura. Esta, en efecto, se difunde sin cesar—se dispersa, en expresión muy del agrado de los físicos ingleses—, pasando, sin que sea dado impedirlo, de los cuerpos más calientes a los que lo son menos: no hay para la energía térmica equilibrio posible mientras no se halla a la misma tensión, es decir, a temperatura uniforme.

A este fecundo y trascendental principio, de carácter prevalentemente cualitativo, que rige el campo todo de los procesos energéticos del mundo inorgánico, logró dar el gran Clausius una expresión cuantitativa y formulación matemática—ideal insuprimible de la ciencia física—en su clásica memoria "Ueber eine veraenderte Form des zweiten Hauptsatzes der mechanischen Waermetheorie" (*Pogg. Ann.* 93, 1854). Al investigar las mejores condiciones teóricas según las cuales tiene lugar la conversión de energía térmica en trabajo mecánico en la máquina de vapor, y al tratar de determinar cuantitativamente el valor de la compensación o proceso positivo—paso de calor a elevada temperatura en el cuerpo de bomba a calor a baja temperatura en el refrigerador—, que forzosamente debe desarrollarse, introdujo una magnitud  $S$ , que designó con el nombre de "entropía"—etimológicamente "vuelta hacia dentro"—. La entropía de un cuerpo es una función de estado, es decir, una magnitud dependiente tan sólo de los valores que en el instante considerado tienen la presión, la temperatura y demás condiciones; y cuyo valor es tanto mayor cuanto más alto es el contenido térmico del cuerpo, y tanto menor cuanto más elevada es su temperatura abso-

Q

luta: su expresión numérica es  $S = \frac{Q}{T}$  (15). Si se trata de un

T

(14) *Vorlesungen ueber Naturphilosophie*, Leipzig, 1902, p. 260.

(15) Tal es la expresión propia y genuina del concepto de entropía: «Una cantidad que, multiplicada por la temperatura abso-

conjunto o sistema de cuerpos, la entropía total se mide por la suma de las entropías parciales correspondientes a cada uno de los elementos. Sólo en el funcionamiento de las máquinas térmicas ideales, en las que no hay pérdida alguna de energía por frotamiento, ni por irradiación o conducción, *la entropía permanece constante*; en los dispositivos reales, y en general en todos los procesos naturales, *la entropía aumenta constantemente*. Conforme a esto, el segundo principio de la Termodinámica ha sido formulado también en estos términos: "En todo sistema cerrado la entropía, o permanece constante—en los cambios de estado reversibles—, o aumenta de valor—en los irreversibles—; pero jamás puede disminuir". Y pues la imponente marcha que en la naturaleza convierte toda la energía en calor, y en calor a la más baja temperatura posible, no puede ser en modo alguno compensada por los procesos—sumamente raros y extraordinariamente débiles—que siguen la dirección negativa opuesta, pudo Clausius enunciar el resultado de su investigación en esta ley—llamada *ley de entropía* o *del aumento de entropía*—: "En todo

---

lata, nos da el valor total de la energía calórica del cuerpo»; o también, «una función cuyo incremento o diferencial tiene siempre un valor positivo en todos los intercambios energéticos que se desarrollan entre los cuerpos». Esta noción—«prodigiosamente abstracta», a juicio de Poincaré—queda, pues, algorítmicamente muy bien definida: es una idea matemática que sólo pudo ser concebida y formulada mediante un trabajo mental físico-teórico, y por la que debía hallar su expresión precisa un hecho de experiencia física. No puede negarse que su interpretación objetiva es sumamente incierta y oscura, y en realidad alcanza varios grados; desde los autores—Becher, Poske, Hort, Lecher, etc.—, que le niegan toda significación real, hasta quienes sostienen que la entropía representa una magnitud física de estado unívoca y completa, aun para los cuerpos que se hallan en equilibrio—así, Helm, Clausius, Weinstein, Planck—. No debe, pues, causar maravilla si los libros que tratan de las aplicaciones filosóficas y teológicas del segundo principio acomodan su enunciado a la degradación o dispersión de la energía: «es aquella energía que no puede ya aprovecharse para obtener trabajo, no porque le falte la capacidad remota de producirlo, sino porque no se dan las condiciones requeridas» (Donat); «es la suma de los valores de transformación que se han añadido a un sistema material entre un estado inicial y su estado actual» (Brunhes); «es la magnitud que expresa el estado propio de cada sistema, según el mayor o menor grado de energía degradada» (Soccorsi). Por esto en el curso de nuestro estudio utilizaremos preferentemente el concepto de *degradación de energía*, esencialmente emparentado—aunque no identificado—con el de *entropía*.

sistema cerrado que ni recibe ni cede energía, la entropía tiende a un valor máximo" (16).

El último y definitivo paso en la marcha triunfal y progresiva del segundo principio, es decir, la generalización y aplicación del mismo al Universo tomado en su totalidad, fué dado—como lo exigía la natural tendencia e impulso filosófico y unificador del espíritu humano—ya muy poco después del establecimiento de la *segunda ley fundamental de la teoría mecánica del calor*, por Thomson en 1852, y luego por Helmholtz en 1854. Clausius se atrevió por vez primera, en 1863, a extender su ley a todo el Cosmos, y en 1865 formuló el doble enunciado tantas veces repetido: "La energía del Universo es constante. La entropía del Universo tiende a un valor máximo". Así propuesta, *la ley de la entropía*, por su generalidad absoluta, pasa a ser, junto con *la ley de la energía*, una de las dos poderosas columnas que sostienen el soberbio y maravilloso edificio de la Física moderna; uno de los principios que ocupan el primer lugar entre todas las leyes de la naturaleza, por extender su validez a todo el campo de la humana experiencia; la más general de las reglas, como quiera que gobierna los acontecimientos y fenómenos todos del mundo inorgánico. Más aún: si hemos de dar fe al testimonio—un tanto apasionado—de Chwolson, "el descubrimiento de este principio es la conquista más gloriosa por el espíritu

(16) Este es el lugar de hacer hincapié en el carácter específico y singular del segundo principio, que lo distingue de los restantes de la Energética, y aun le atribuye un puesto más eminente, por sus consecuencias científicas y filosóficas, que a las demás grandes leyes de la naturaleza. El principio de la conservación de la energía, por ejemplo, «no expresa otra cosa—en sentir de Mach (*La mecánica*, Hermann, París, 1904, p. 469)—que una relación cuantitativa invariable entre los fenómenos mecánicos y los de otras categorías»; pero nada nos dice ni sobre la naturaleza de la energía, ni sobre las condiciones requeridas para que una energía se transforme, ni acerca del sentido y dirección según la cual tienen lugar las conversiones. Sobre estos dos últimos puntos, aunque no sólo sobre ellos, arroja luz meridiana el principio de Clausius, considerado por los físicos modernos como principio de *evolución*: «Un sistema aislado no pasa jamás dos veces por un mismo estado» (Perrin); «El segundo principio rige el sentido según el cual se desarrollan las evoluciones físicas» (Reichenbach); «Hay una sola ley, la segunda de la Termodinámica, que reconozca entre el pasado y el futuro una distinción más profunda que la diferencia entre (+) y (—)» (Ed-  
dington).



humano realizada en todos los campos del saber y de la técnica; ya que el pensamiento en él contenido sobrepasa en profundidad filosófica, en importancia para el conocimiento de lo existente, en fecundidad sin límites, a toda otra ley y resultado de la ciencia, sin excluir las leyes puramente cuantitativas de la conservación de la materia y de la energía" (17). Y E. Meyerson llega a sostener—en su apología de la causalidad identificadora—que el principio de Carnot, "el hecho más importante de la ciencia toda", representa en ella "el sondeo más perfecto, el descubrimiento definitivo, pues fija lo que constituye el fondo de nuestro concepto del mundo sensible, y lo que en consecuencia no sentimos sino oscuramente: las nociones de tiempo, de cambio, de irreversibilidad" (18).

### III

W. Thomson, el futuro Lord Kelvin, al aplicar a todo el Universo—si bien por entonces se atendía casi exclusivamente a la tierra y al sistema solar—el segundo principio fundamental de la Termodinámica, presentado por él como *principio de la disipación irreversible de la energía*, señalaba ya en 1852 un resultado que había de ser trascendental y fecundo en consecuencias científico-filosóficas: la posibilidad de señalar y determinar un estado final e inmutable para la inmensa y complicadísima máquina del mundo físico, con su multiplicidad y variedad de órganos y elementos, desde el átomo y el electrón que vagan sin estorbos por los espacios interestelares, hasta la nebulosa espiral y nuestra Galaxia formadas por centenares de millones de estrellas (19). Si, en efecto, todas las modalidades energéticas co-

(17) O. c., pp. 63, 68.

(18) *Identité et Réalité*, Alcan, París, 1926, pp. 315, 325.

(19) Así lo afirma Dressel al decir que «ya en 1852 Sir William Thomson enunciaba con toda decisión que el principio de Carnot lleva necesariamente a la consecuencia de que la energía del Universo va disipándose más y más, de suerte que la capacidad de trabajo útil de la naturaleza inanimada disminuirá gradualmente hasta cero; por lo cual debe establecerse por fin un estado del Cosmos que, como inaccesible a toda mudanza, ofrecería el aspecto de eterna rigidez y muerte» (*Stimmen aus Maria-Laach*, XXXIX, 1890, página 141). Sin embargo, tanto la letra como el sentido de este texto han sido discutidos y en parte rechazados por Schnippenkoetter, al parecer no sin fundamento.

nocidas manifiestan sin excepción una tendencia natural a transformarse en calor, como lo prueban el sinnúmero de procesos positivos irreversibles que tienen lugar en cada instante, y si la energía térmica tiende con no menor impetuosidad a la igualación y uniformidad de temperatura, salta a la vista que la marcha del Universo lleva el sello del adelanto y progreso incesante hacia un estado final, que lo será de *equilibrio termodinámico*, en el que no será ya posible proceso alguno—físico, químico, vital...—, ni se dará ningún intercambio de energía entre los cuerpos. No será la nada, pues que Dios no aniquilará jamás la materia por Él creada, conforme a la doctrina común de los teólogos; tampoco será la inmovilidad propiamente dicha, toda vez que por lo menos tendrán lugar los movimientos, ya atómicos, ya moleculares, en que—conforme a la teoría mecánica del calor—consistirá la energía térmica del Universo; pero, perdida del todo la facultad de convertirse ésta en otras formas de más valor útil, ni habrá calentamiento, ni iluminación, ni acciones eléctricas o magnéticas, ni reacciones químicas, ni asimilaciones vitales..., en una palabra, habrá desaparecido, con el equilibrio absoluto de todas las energías, toda actividad, toda vida, así estrictamente orgánica como latamente considerada, para dar lugar a un estado de perpetua rigidez y paralización energética, que audazmente ha sido llamado por el mismo Thomson *muerte calorífica del mundo*. “Cuando la muerte térmica final sorprenderá al Cosmos—escribe sir A. S. Eddington—, el tiempo seguirá fluyendo, presumiblemente hasta el infinito, pero no existirá ya un sentido determinado según el cual pueda decirse que *adelanta*. La conciencia habrá desaparecido del mundo físico antes que se llegue a tal estado, y como también habrá dejado de existir la fórmula de la segunda ley de la Termodinámica, no quedará enteramente nada que pueda indicar el progreso del tiempo: no habrá ya *flecha del tiempo*. Será verdaderamente el fin del mundo” (20).

(20) *Nuove vie della Scienza*, Hoepli, Milano, 1936, p. 61. Superfluo juzgamos insistir en que al hablar de *paralización del mundo* entendemos siempre el estado final e invariable a que llegaría el Universo abandonado a sus fuerzas y leyes internas. La intervención de un sér extramundano—Dios—puede impedir esta muerte fenoménica del Cosmos; más aún, puede comunicar a éste insospechada be-

¿Cuál será la temperatura final que dominará uniforme en toda la inmensidad del espacio, así en los movimientos de traslación de las partículas materiales, como en las ondulaciones del hipotético éter, según las ideas de la Física clásica?... Sin duda, deberá ser bajísima, dado el pequeño volumen y masa de los astros en los que la energía cósmica está casi exclusivamente concentrada. La ciencia moderna cree poder dar una respuesta algo más concreta y satisfactoria. "Actualmente, así Sir James Jeans, la densidad de la energía radiante en las más remotas profundidades del espacio corresponde a una temperatura de menos de un grado sobre el cero absoluto; en los espacios interestelares del sistema galáctico, a tres o cuatro grados solamente; cerca de la órbita terrestre, a unos 280 grados absolutos; en la superficie del Sol, a cerca de 6.000 grados, y en su centro, tal vez llegue la temperatura a 40 ó 50 millones de grados. El Universo puede siempre aumentar su entropía, procurando igualar estas temperaturas... hasta que todas sus regiones alcancen la misma temperatura con la energía radiante uniformemente difundida en el espacio. Entonces, y sólo entonces, el Universo habrá alcanzado su estado final, un estado en el que la temperatura habrá caído tan bajo, que la vida no será ya posible—la perfecta calma y la absoluta oscuridad de la noche eterna"—(21).

La incertidumbre y la ignorancia crecen con rapidez cuando se trata de describir algo más completamente el aspecto que ofrecerá—u ofrecería naturalmente—el cadáver del magnífico Cosmos, objeto actualmente de nuestra viva admiración y dili-

---

beza y esplendor. El Doctor Angélico, en el *Supplementum* de la Parte Tercera de la *Summa Theologica* (q. XCI, a. 1), se propone la cuestión «Utrum mundus innovabitur», y responde afirmativamente, no sólo fundado en los textos clásicos de Isaías (LXV, 17) y del Apocalipsis (XXI, 1), mas también apoyado en que «omnia corporalia propter hominem facta esse eruduntur», de donde concluye la necesidad de que «etiam alia corpora—además de los cuerpos bien-aventurados—maiores influentiam a divina bonitate suscipiant, quam nunc; non tamen speciem variantem, sed addentem cuiusdam gloriæ perfectionem; et hæc erit mundi innovatio: unde simul mundus innovabitur, et homo glorificabitur». Puede verse tratado este punto, v. g., en Hugon, *Philosophia Naturalis*, ed. 5 (Lethielleux, París, p. 86).

(21) *I nuovi orizzonti della Scienza*, Sansoni, Firenze, 1934, página 248.

gente estudio. Es indudable que un gran número de relaciones mutuas entre los cuerpos, que hoy revisten carácter dinámico o se actúan en movimientos ordenados pasarán a ser estáticas, por degradación de la energía potencial o cinética en calor, y así perderán su capacidad de producir trabajo. Empero, si tratamos de señalar el alcance de estos cambios, es preciso confesar que, dado lo defectuoso de nuestros conocimientos acerca de la esencia de las fuerzas y de la estructura del mundo físico, no es posible precisar nada. Hasta hace pocos años dominaba la creencia de que el Universo en su etapa final presentaría la figura de una enorme esfera, de masa uniforme y sin características, en equilibrio termodinámico, en la que se habría reunido—gracias a la gravitación—toda la materia ponderable actualmente esparcida por las insondables profundidades de los espacios: sería un nuevo caos, en peores condiciones que el ideado por Laplace como punto de partida para la formación de nuestro sistema solar, toda vez que faltaría en él el movimiento de rotación y la atracción de la nebulosa primitiva. Mas, ¿quién podrá probar que la muerte térmica del mundo importe la anulación de los grandes movimientos cósmicos—de los planetas, de las estrellas, de las nebulosas de todas clases?—. Y mientras duren estos movimientos, la aglomeración de las masas innumerables en un solo globo no puede tener lugar; y sabido es que las rotaciones y traslaciones originadas en los sistemas planetarios y estelares por la acción de la fuerza centrífuga conservan su cantidad, mientras no quede consumida la energía por alguna resistencia. Es verdad que tales resistencias parecen existir, en muchas regiones del espacio por lo menos: recuérdense las mareas provocadas por la atracción de los astros entre sí, los enjambres de meteoros, las masas nebulares, el polvo cósmico, los rayos electrónicos y cósmicos, tal vez el mismo éter... Pero, ¿bastarían estos influjos perturbadores para suprimir del todo los movimientos de las masas astrales, y producir el cese definitivo del curso de la naturaleza, por la reunión en una masa gigantesca y uniforme de los materiales todos que la constituyen?...

Muy distinto es el cuadro que del estado final del mundo, a consecuencia del aumento incesante de la entropía, nos presenta la brillante pluma de algunos científicos y vulgarizadores mo-

dermos, basados en teorías e hipótesis—no raras veces audaces y aun del todo gratuitas—muy en boga después del triunfo alcanzado por las ideas relativistas. Así, partiendo del postulado de la conversión de la *materia*—no de la *masa*, que sería cosa muy distinta—en energía, establece Jeans con todo aplomo que “el estado final de Cesmos se alcanzará el día en que todo átomo que puede ser aniquilado, lo haya sido, y su energía se haya transformado en calor que perpetuamente vaya dando vueltas por el espacio, y cuando todo cuerpo ponderable que puede ser convertido en radiación, en ella se haya transformado” (22).

Todavía deja volar con más libertad a su imaginación el profesor Eddington, de Cambridge, cuando afirma: “La doctrina del espacio esférico, y más en especial los resultados recientes de la doctrina de la expansión del Universo, lo han cambiado todo. Hay puntos en suspenso que no permiten sacar una conclusión decisiva, por lo cual me contentaré con exponer una de tantas posibilidades. Se ha venido suponiendo generalmente que el destino final de los protones y electrones sería el de destruirse mutuamente, dejando libre la energía de su constitución bajo forma de radiaciones. De ser así, el Universo acabaría por ser una esfera de radiaciones, cada vez más enrarecidas y de longitud de onda cada vez mayor. Cada 1.500 millones de años, poco más o menos, esta esfera de ondas—radio doblaría su diámetro y

---

(22) *The Universe around us*, c. VI. Más extensamente se hallan desarrolladas las ideas de este físico inglés acerca de la evolución y fin del mundo en el librito de P. Couderc, *Discussion sur l'Évolution de l'Univers* (Gauthier-Villars, París, 1933). Allí se lee: «Si el Universo se dilata, ni la masa ni la energía se conservan: la materia se transforma en energía irradiada, la cual se consume en aumentar el espacio. Un Universo semejante no puede alcanzar jamás un estado de máxima entropía... La evolución del Cosmos no será otra cosa que una expansión rápida de esferas de ondas dentro de un espacio en expansión más rápida todavía» (pp. 12, 13). Por su parte, el genial autor de la teoría de la expansión del Universo y profesor de la Universidad Católica de Lovaina, G. Lemaitre, anuncia: «Tal parece ser la forma moderna del principio del aumento de la entropía o de la degradación de la energía: ésta se distribuye en partículas—electrones, fotones o núcleos atómicos—cada vez más numerosas. La evolución tiene lugar de lo simple a lo compuesto, y no de lo difuso a lo condensado. El origen del mundo no es probablemente una nebulosa primitiva, sino más bien una especie de átomo primitivo, cuyos productos de desintegración forman el Universo actual» (*Revue de Questions Scientifiques*, v. 100, p. 405).

continuaría expansionándose siempre en progresión geométrica. Tal vez podría en tal caso describirse el fin del mundo físico como... *una maravillosa radiotransmisión*" (23).

Aunque lo dicho bastaría, sin duda, para convencer al lector de que son muchos los físicos que no han tenido el menor reparo en aceptar tan fatídica consecuencia de la ley de la entropía, nos permitiremos aducir algunos pocos testimonios expresos debidos a sabios de reconocida competencia y autoridad. Y sea el primero el ilustre H. Helmholtz, del cual son estas palabras: "Si el mundo es libremente abandonado al curso de los procesos físicos, toda su provisión de fuerzas se convertirá por fin en calor, y todo el calor llegará al equilibrio de temperatura. En tal caso, quedará suprimida toda posibilidad de ulteriores cambios, y deberá presentarse la paralización completa de cualesquiera procesos de la naturaleza... En una palabra, a partir de aquel instante el Universo quedará condenado a un reposo eterno". No menos abiertamente se expresa Chwolson, el grande panegirista del segundo principio: "El mundo accesible a nuestra observación cambia incesantemente en una dirección determinada: todas las formas de energía, todos los movimientos, se convierten en calor, el cual como energía del éter, como energía radiante, se desparrama por el espacio. La rigidez inmutable caracteriza el estado final, al que sin cesar va acercándose el mundo accesible a nuestros sentidos". L. Boltzmann—de cuyos trabajos deberemos ocuparnos muy pronto—afirmaba en 1905: "Todos los esfuerzos hechos para librar al Cosmos de esta muerte térmica han fracasado; y para no despertar esperanzas que no puedo cumplir, quiero hacer notar desde ahora que yo no voy a emprender aquí una nueva tentativa de esta clase". Y en su famosa obra *Le mysterieux Univers* (Hermann, París, 1933, p. 174) escribe el citado Jeans: "La naturaleza condena las máquinas de movimiento continuo, y es *a priori* muy improbable que el Universo sea en grande escala un ejemplo del mecanismo por el que aquélla siente horror. Un examen más profundo nos lo confirma. La Termodinámica explica cómo todas las cosas del mundo físico llegan a un estado final por un proceso que se llama *aumento de*

la entropía. Esta debe crecer incesantemente, no puede permanecer estacionaria, a menos que haya llegado a la culminación de su crecimiento. Cuando se alcance este punto será imposible todo proceso ulterior y el Universo morirá" (24).

#### IV

El primer punto—el más inquietante y de mayor actualidad sin duda—que se presenta a nuestra investigación y análisis, al tratar de examinar el valor de los materiales empleados en la edificación del argumento entropológico, es la solidez y estabilidad del terreno sobre que se levanta. ¿Cuál es la naturaleza y el carácter del llamado segundo principio fundamental de la teoría mecánica del calor? ¿Tenemos en él una *ley absoluta*, de sello marcadamente dinámico, dotada de verdadera—aunque hipotética—necesidad, sólo superable por la intervención de un agente extramundano? O por el contrario, ¿nos hallamos ante una de tantas leyes *estadísticas*, principios de promedio, aplicaciones al orden físico existencial del teorema de Bernoulli—o, lo que es equivalente, de la *ley de los grandes números* establecida por Poisson—, y, en consecuencia, valederas tan sólo a la escala humana, y no dentro del campo de la Microfísica atómica o molecular?... Si se probara la certeza, o siquiera la probabilidad, o aun la posibilidad del segundo miembro de la disyuntiva, caería por lo mismo por su base la validez metafísica—única que puede interesarnos—de la demostración de la existencia de Dios, objeto de nuestro estudio.

---

(24) No pocos escogidos testimonios en favor de la paralización final del mundo ha reunido el P. J. Donat en su conocida *Cosmología* (Rauch, Innsbruck, 1936, p. 335). Paralelamente a esta caudalosa corriente científica corre otra en sentido directamente opuesto, alimentada por nombres de no menor solvencia y no inferiores en número, de algunos de los cuales—los más representativos, a no dudarlo—deberemos hablar al analizar el valor de los postulados implícitamente afirmados en el argumento entrópico. Queremos, con todo, llamar ahora la atención sobre el hecho de que precisamente J. R. Mayer, el descubridor del primer principio de la Termodinámica, se haya pronunciado contra la muerte del Cosmos, por estimarla inconciliable con la fe en Dios Creador y Conservador del mundo.

El descubrimiento y la formulación de las dos primeras leyes fundamentales de la Termología, la de Mayer-Joule o de la *conservación de la energía*, y la de Carnet-Clausius o del *aumento de la entropía*, provocó la mayor de las crisis de la Filosofía de la Física registradas en la segunda mitad del pasado siglo. Consecuencia—no necesaria, con todo, según después indicaremos—de la teoría cinética de los gases, entre cuyos fundadores y promotores figuran no pocos nombres también ilustres en la historia de la Termodinámica—baste recordar a Clausius, Maxwell, Boltzmann...—, fué la llamada *teoría mecánica del calor*. Sabido es que la hipótesis de que las partículas constitutivas de una masa gaseosa—átomos, moléculas, etc.—están dotadas de un movimiento continuo de traslación, de velocidad fantástica y totalmente desordenado—mejor diríamos férreamente disciplinado por la *ley de la simetría absoluta*—, conduce al resultado de que, establecida la igualdad de temperatura en toda la masa, las velocidades de sus elementos se agrupan, conforme a la ley de Clerk Maxwell, alrededor de un valor medio característico para cada gas y para cada temperatura: así, a 0° C., la velocidad media lineal es de 1.692 m. por segundo para el hidrógeno, de 1.204 para el helio, etc... Según esto, la energía térmica de un gas se ha identificado con la energía cinética—a la cual debe sumarse en ciertos casos la potencial—de la totalidad de sus moléculas o partículas elementales, la cual puede comprender, en el caso de moléculas pluriatómicas, además de la energía de traslación libre, energía de rotación y energía vibratoria. Como lo propio, habida cuenta de las peculiaridades de cada estado de agregación de la materia, cabe decir de los líquidos y de los sólidos, la teoría mecánica del calor alcanzó un carácter enteramente general.

¿Qué posición adoptaron frente a ella los termólogos que, partiendo de la observación y de consideraciones adecuadas, habían establecido los principios antes enunciados?... Era evidente que la equivalencia entre calor y trabajo mecánico, *substratum* de la primera ley, quedaba plenamente explicada por los mecanicistas, al identificar—arrinconado ya definitivamente el hipotético “calórico”—la energía calorífica con la cinética. Al comprimir un gas, p. ej., la energía mecánica total persevera, sólo



cambia la proporción en que era estimada antes como cinética o como calorífica. El principio de la equivalencia puede reducirse, desde el punto de vista mecánico, al teorema de la conservación de las fuerzas vivas... Pero, ¿cómo explicar la innegable degradación o disipación de la energía, la menor valía del calor, comparado con la energía de movimiento de las masas inertes, si entrambas son una sola y misma modalidad energética?... Ante este interrogante atenzador, el mecanicismo, que, al no incluir un sentido determinado del factor tiempo, exige que los sistemas o configuraciones puramente dinámicos—caso típico el del sistema planetario de nuestro Sol—puedan pasar infinidad de veces por el mismo estado, entró en plena crisis; sintióse del todo impotente en presencia de la afirmación y del hecho del aumento incesante de la entropía en un sistema completamente aislado. En oposición a él, los energetistas exagerados, enemigos por sistema de toda explicación de los fenómenos a base de un modelo imaginable, pretendían levantar una Física puramente deductiva, sobre el fundamento de los grandes principios o axiomas de la Energética, admitidos como datos irrecusables de la naturaleza: según ellos—recordemos el texto antes copiado de Ostwald—, la muerte térmica del Universo era inevitablemente necesaria (25).

Ya Clausius echó de ver el gravísimo conflicto y peligro que para la Atomística, en su tiempo tan favorablemente acogida

---

(25) El debate entre el mecanicismo y el energetismo constituye la trama del tan famoso como discutido libro de Abel Rey, *Le retour éternel et la philosophie de la physique* (Flammarion, París, 1927). Semejante oposición entre las teorías cinéticas y el principio de Carnot—observa el esclarecido profesor de la Universidad Católica de Milán, Paolo Rossi, en *Rivista de Filosofia Neo-scolastica* (1932, página 639)—ha inducido a algunos pensadores a dudar del alcance general de esta ley (Arrhénius), en tanto que otros deducían de ella la prueba del fracaso del mecanicismo en sus intentos de explicación universal intuitiva de los fenómenos del Cosmos. Así, p. e., se expresaba Ostwald: «En el mundo de la Mecánica racional no hay un futuro en el sentido que damos a esta palabra; en semejante mundo el árbol podría volver a ser semilla, la mariposa, oruga; el viejo, niño. Ahora bien, ¿por qué estos hechos no se producen en la realidad? La teoría mecánica no lo explica, ni puede hacerlo en virtud de las propiedades mismas de sus ecuaciones. El hecho, pues, de que en la naturaleza los fenómenos no son reversibles condena sin apelación el materialismo físico».

por gran parte de los científicos, que aspiraban a la unificación total de los procesos físicos bajo el signo de la Mecánica, representaba la aparición del segundo principio, especialmente si se formulaba—como él lo había hecho—con toda generalidad en la *ley de entropía*. No es, pues, de maravillar que ilustres defensores de la teoría cinética trataran ya muy pronto de superar la dificultad, acudiendo a hipótesis o teorías supletorias—recuérdense los sistemas monocíclicos de Helmholtz, calificados por Poincaré de seductora, pero insuficiente explicación—. Mas la aparente irreductible oposición entre la Termología y la Dinámica sólo halló solución satisfactoria en los trabajos de Maxwell, Boltzmann, Gibbs y otros, y aun entonces no con tanta evidencia que se impusiera a la aceptación de los energetistas. Estos siguieron negando y combatiendo la teoría mecánica del calor, hasta que a principios de este siglo los estudios y experimentos de Einstein, Perrin y Smoluchowski, entre otros, parecieron dejar fuera de toda duda la constitución atómico-molecular de la materia.

El principio de la conciliación hay que buscarlo en la idea de que el calor es un movimiento *desordenado*; en realidad basta este elemento para declarar el menor grado de utilidad de la forma térmica, comparada con las demás modalidades de la energía (26). Al obedecer una masa o mole corpórea a la acción común de una fuerza orientadora—al salir, p. ej., un obús de la boca del cañón, al precipitarse un caudal de agua en una cascada, al escapar un gas comprimido por la abertura practicada en el recipiente—, ofrécennos energía cinética *ordenada*: todas las moléculas o partículas poseen un movimiento de traslación común, con el que podrán combinarse otros particulares de cada elemento, como los de las estrellas que constituyen la nebulosa espiral, o las de cada abeja dentro del enjambre que se traslada a otra parte. Por el contrario, la energía térmica de un cuerpo—sólido, líquido o gaseoso— a una temperatura cualquiera, resulta prevalentemente del hecho de que sus moléculas están do-

(26). Inútil nos parece advertir que, en toda la discusión de este problema, al hablar de calor entendemos el calor de convección o de conducción, no el llamado *calor radiante*, el cual se identifica en la teoría clásica con las vibraciones electromagnéticas del éter.

tadas de movimientos de traslación o vibración, a las veces muy intensos, si la temperatura es muy elevada, pero sin dirección alguna privilegiada, antes bien en completo desorden.

Así se explica la *irreversibilidad* de los procesos térmicos, y, en general, de todos los procesos naturales, corolario necesario del principio de Carnot (27). Mientras al establecer la comunicación entre dos vasos que contienen un mismo líquido a diferente nivel, se desarrolla un movimiento pendular o de vaivén—el cual, de no haber rozamiento alguno, duraría indefinidamente—alrededor de un nivel medio, debido a la conservación de la energía (cinética y potencial), perfectamente dirigida—proceso *reversible*—; al abrir el grifo que divide el gas de dos recipientes a diferente temperatura, pasan las moléculas en su rápido movimiento de una parte a otra, y gracias a los numerosísimos choques—para el H, p. ej., a 0° y 760 mm., el número de colisiones se elevaría a 15.100 millones por segundo—la velocidad de las moléculas más rápidas es frenada y aumentada la de las más lentas, de suerte que bien pronto se establece un régimen de equilibrio dinámico, en el que la distribución de las velocidades individuales, dada por la fórmula de Maxwell, corresponde a una temperatura intermedia. ¿Quién puede soñar en tal caso en la reversibilidad natural del proceso, hasta restablecer de nuevo la primitiva distribución de lugares y de velocidades?... ¿Será más fácil, por ventura, la reversibilidad en el caso de la conversión del trabajo mecánico en calor? Después que la bala de fusil, atravesada una distancia mayor o menor en el seno de la atmósfera, llega al blanco—un montón de arena, v. g.—, y allí cede la energía toda a los granitos que se desplazan y chocan entre sí y aumentan de temperatura, ¿habrá alguien que espere el

---

(27) Concisa y claramente define A. Einstein la *reversibilidad* de los procesos mecánicos: «Para cada movimiento posible existe otro en el que son recorridas exactamente las mismas posiciones de los puntos materiales y con las mismas velocidades, pero en sucesión invertida». (*Physik. Die Kultur der Gegenwart*. Teubner, Leipzig, 1925, p. 292). Con toda generalidad enseña M. Planck: «Para que una transformación sea *irreversible* es preciso que, aun aplicando todos los agentes existentes en la naturaleza, no se halle medio alguno de restablecer, una vez terminado el proceso, con toda exactitud el estado inicial; es decir, volver a poner la naturaleza en el estado que poseía al principio de la transformación» (*O. c.* p. 91).

establecimiento espontáneo del proceso inverso, de suerte que todos los granos de arena y todas las moléculas de aire se muevan tan exactamente y tan a tiempo, que dirijan la bala de suerte que vuelva a entrar en la caña del fusil con la misma velocidad y dirección con que de él había salido?... Es que *el desorden por sí mismo se origina*—basta dejar obrar las causas naturales—; *el orden*, en cambio, *requiere un principio ordenador*... Apoyado en parecidas consideraciones, y después de perfeccionar el método sugerido ya por Maxwell, Ludwig Boltzmann creyó, en 1868, poder deducir el principio de Clausius de las leyes de la Mecánica clásica (28).

Empero, esta necesidad de un principio ordenador ajeno al sistema aislado en cuestión, para explicar la irreversibilidad de los procesos propiamente caloríficos, y, en general, de todos los intercambios energéticos de la naturaleza—puesto que, según los datos de la Astrofísica, aun en la misma conversión de energía potencial en cinética, y viceversa, que tiene lugar en las revoluciones de los planetas, de los sistemas estelares, de las Galaxias, etcétera, alrededor de sus centros de gravitación, habría degradación de energía, debida a la presencia de materia interestelar—, no goza de evidencia inmediata y apodíctica: la supresión de la reversibilidad, tal como la exige la teoría cinética del calor, no es tal que pueda calificarse de absoluta. No debe, pues, producir maravilla si ya muy pronto los físicos, así teóricos como experimentales, fueron en busca de alguna experiencia ideal—del género de las utilizadas por Carnot y Clausius en sus estudios termológicos—o de algún hecho de observación, que per-

(28) «Sólo más tarde, observa G. Castelnuovo, para satisfacer a las objeciones que se levantaron contra algunas hipótesis no justificadas, esenciales para la demostración, fué conducido Boltzmann a atenuar su expresión demasiado rígida» (*Scientia*, 1933, I, p. 4). Ch. Brunold, en su excelente obra *L'Entropie* (Masson, París, 1930, página 208), resume esta doctrina en estas frases: «El calor podía ser identificado con la energía cinética de las moléculas, como lo pensaban los fundadores de la teoría, pero esta energía tenía el carácter particular de ser *desordenada*, y, por tanto, de ser menos utilizable para nosotros que el trabajo que había podido darle origen. La entropía, según Boltzmann, definía este grado de desorden, y la ley enunciada por Clausius expresaba la tendencia del sistema aislado a evolucionar hacia estados cada vez más probables, caracterizados por un desorden más y más completo».

mitiera descubrir la posibilidad, siquiera en el Microcosmos, de una infracción del segundo principio. Ya Maxwell, antes de que Boltzmann propusiera la solución tan deseada, presentó al mundo científico su famoso "diablillo", ser minúsculo y en alto grado inteligente, el cual colocado en el centro del tubo de enlace entre los dos globos, en los que previamente se ha establecido el equilibrio térmico, organiza—sin dispendio alguno de energía—el paso de las partículas gaseosas, de suerte que, acumuladas finalmente las de mayor energía cinética en uno de los recipientes, y las más lentas en el otro, se establezca, sin necesidad de compensación alguna, contra el axioma de Clausius, una diferencia de temperatura. Dejando a un lado las serias objeciones de carácter teórico encerradas en semejante experimento ideal, y que su realización práctica importaría un aumento de entropía en el medio que rodease al aparato, creemos que tiene sobrada razón E. Borel al asentar que "l'argument du démon de Maxwell est simplement la constatation du fait que la raison humaine sait créer l'ordre là où le jeu spontané des forces mécaniques tendrait à augmenter le désordre" (29); opinión compartida por el insigne Planck en su conferencia *Die Einheit des physikalischen Weltbildes*: "Una naturaleza en la que aconteciesen semejantes cosas, como el paso de calor del cuerpo más frío al más caliente, o la espontánea separación de dos gases difundidos el uno en el otro, no sería ya nuestra naturaleza. Mientras atendamos tan sólo a ésta, procederemos mucho mejor si no permitimos hechos parecidos sumamente raros, sino que al contrario vamos buscando, y suponemos realizada en el Universo, la condición general que excluye de antemano fenómenos que contradicen a todas las experiencias. El mismo Boltzmann ha formulado dicha condición para la teoría de los gases: es, hablando en general, la *hipótesis del desorden elemental*, o, en otras palabras, el presupuesto de que cada uno de los elementos con que opera la consideración estadística se porta con absoluta independencia respecto de los demás" (30).

(29) *Le hasard*, Alcan, París, 1932, p. 306.

(30) Lo mismo nota en forma más plástica el malogrado P. Pérez del Pulgar: «Obsérvese que esto—es decir, el restablecimiento de la desigualdad de temperatura entre los dos globos llenos de gas—

Horizontes y perspectivas mucho más amplios y luminosos abrió a la investigación científica la confirmación experimental que el *movimiento browniano* de las soluciones coloidales aportó a la teoría de las fluctuaciones, edificada sobre los cimientos de la teoría cinética de los gases por egregios físicos teóricos de nuestros días. Señalado por el botánico inglés Brown en 1827, y científicamente observado y descrito por Gouy (1889), no parece este notabilísimo fenómeno admitir otra explicación que la propuesta ya en 1876 por Ramsay, a saber, que los movimientos rapidísimos, irregulares e incesantes de las pequeñas partículas en suspensión en el seno de un líquido en reposo, de densidad y temperatura uniformes, deben ser determinados por el hecho de no compensarse, en un instante dado, los múltiples impulsos que las moléculas del líquido imprimen, en direcciones diversas, a las partículas en suspensión. Como este movimiento es del todo irregular—el genio de Einstein logró con todo (1905) encadenarlo con su teoría matemática, completada por Smoluchowski un año después, y experimentalmente confirmada por J. Perrin y Th. Svedberg—, se nos ofrece aquí la conversión *espontánea*, aunque en escala microscópica, de la energía térmica en energía potencial, al ser elevada la partícula contra la acción de la gravedad, con violación manifiesta del clásico axioma de Clausius.

---

sólo ocurriría si efectivamente las velocidades de las partículas no obedeciesen a ninguna ley; pero si suponemos—y es necesario hacerlo si queremos deducir alguna cosa—que se verifica la *ley de simetría absoluta*, nada puede contra el segundo principio ni el mismísimo «demonio de Maxwell», ya que al abrir su microscópica ventana para dejar pasar del recipiente A al B una partícula de velocidad  $v$ , se le habrá colado sin quererlo otra de velocidad y masa idénticas de B a A» (*Introducción a la Filosofía de las Ciencias Físico-Químicas*, Ediciones I. C. A. I., Lieja, 1934, p. 179). Además de que los defensores del experimento ideal citado—como muy atinadamente señala el P. Abelé (*Archives de Philosophie*, 1927, p. 450)—suelen pasar por alto la circunstancia, decisiva para nuestro objeto, de que aun admitiendo su posibilidad no podría *por él solo* restablecerse la inicial diferencia de temperatura, toda vez que el establecimiento del equilibrio térmico importa una nueva distribución de velocidades en el conjunto de las moléculas y en cada una de ellas en particular. Otra cosa sería si se tratase de lograr por el mismo método la separación de las moléculas de dos elementos diversos—v. g., H y O—, que hubiesen antes llenado, respectivamente, los matraces A y B, y que al mezclarlos no hubiesen reaccionado químicamente entre sí.

“Vemos con nuestros ojos, pudo escribir H. Poincaré, tan pronto el movimiento trasformándose en calor, gracias al frotamiento, como el calor cambiándose inversamente en movimiento, y esto sin que nada se pierda, pues que el movimiento dura siempre, lo que es contrario al principio de Carnot. Si es así, para ver al mundo retroceder hacia lo pasado, no tenemos necesidad de la vista infinitamente sutil del demonio maxwelliano, nos basta nuestro microscopio” (31).

La suma importancia y el elevado alcance de esta explicación de la segunda ley básica de la ciencia del calor consiste en que trasforma esta proposición, tenida hasta entonces por ley dinámica y absoluta, en una *ley estadística*. La atención de los físicos se ha sentido por vez primera atraída hacia la trascendencia de las leyes de probabilidad, y hacia el hecho de que en un gran número de fenómenos del mundo inorgánico, las regularidades observadas son meras regularidades de promedio. En adelante la ley del aumento de entropía será una ley de *probabilidad*—o de *improbabilidad de lo contrario*, como prefiere P. Rossi—, válida para procesos que tienen lugar a nuestra escala de magnitud y duración, es decir, para fenómenos en que interviene un número grandísimo de elementos materiales—átomos, moléculas, electrones...—; pero sin sentido alguno para la escala microcósmica, en que toma parte un número pequeño de individuos: “el determinismo absoluto de los fenómenos mecánicos queda relegado al mundo atómico, en el cual resulta inobservable, y sólo pueden observarse a gran escala sus consecuencias medias probables”, ha escrito el príncipe Luis de Broglie. Así, la superación del abierto contraste entre la ciencia del movimiento y la del calor, mediante la aplicación del cálculo de probabilidades, sólo pudo lograrse a fuerza de un sacrificio tan doloroso e inesperado como fué la introducción en el campo de las ciencias de

---

(31) *El Valor de la Ciencia*, Madrid, 1906, p. 176. Ni es ésta la única fluctuación observada en el laboratorio. «Le plus souvent—nota L. de Broglie—ces fluctuations sont trop petites ou trop rares pour être observables, mais dans certains cas favorables elles peuvent cependant se manifester. On sait par exemple que les fluctuations de densité dans un gas au voisinage de son point critique donnent naissance à des apparences observables (opalescence critique).» *La Physique nouvelle et les quanta*, Flammarion, París, 1937, p. 67.

la naturaleza inanimada de un concepto nuevo y revolucionario: nuevo, en cuanto se oponía al determinismo físico, no pocas veces exagerado, que había dominado las hipótesis y teorías científicas hasta los últimos decenios del siglo XIX; revolucionario, toda vez que abría el boquete, por el que no pocos físicos modernos, imbuídos en los principios de una falta filosofía agnóstica o idealista, hanse lanzado al asalto de toda legalidad natural, y aun de la misma causalidad física. Sin embargo, por muy profundo que sea el abismo que corre entre la ley dinámica—*físicamente cierta*—y la estadística—*sólo probable*—, desde el punto de vista filosófico, no puede negarse que prácticamente resultan equivalentes, pues la improbabilidad de la excepción es tal, que no puede afectar a la estabilidad y firmeza de las innumerables aplicaciones técnicas del segundo principio, enunciado recientemente con estas palabras: "A l'échelle qui nous intéresse pratiquement, le mouvement perpétuel du seconde espece est en général tellement insignifiant qu'il serait fou d'en tenir compte" (32). El principio de Carnot-Clausius prohíbe, pues,

(32) Jean Perrin, *Les Atomes*, Alcan, París, 1936, p. 112. Para poner de relieve la imposibilidad práctica de que naturalmente—suspuesta la teoría cinética del calor—disminuya la entropía en condiciones que pueda ofrecer interés para nuestro estudio, copiaremos dos textos recientes. Es el primero de Eddington, en el capítulo titulado «El fin del mundo»: «He tenido con frecuencia disgustos por no haber insistido suficientemente en mis discusiones acerca de estos problemas, en que las leyes concernientes a la entropía son materia de probabilidad, no de certeza. He dicho antes que cuando observamos un sistema en dos instantes, el correspondiente a mayor entropía es el que viene después. Hablando en rigor, debía haber dicho que si el sistema es pequeño hay, p. e., 10<sup>20</sup> probabilidades contra una de que vendrá después» (*Nuove vie della Scienza*, p. 164). Jeans, por su parte, en la obra ya citada *I nuovi orizzonti della Scienza* (página 124), escribe: «Si alguno afirma que el Universo pasará a un estado de entropía menor que el actual, no podemos probar que su aserción sea falsa. A cada cual compete el derecho de tener su propia opinión, aun cuando ésta sea una mera suposición o una piadosa esperanza. Lo que podemos decirle es que las probabilidades de que este sueño se realice le son desfavorables en la razón de 1 a 10<sup>20</sup>». Para este científico inglés, el número de partículas—electrones, protones—del mundo físico es del orden de 10<sup>27</sup> (!). Para un conocimiento sumario y elemental de estos problemas pueden leerse nuestros artículos «A propósito de las leyes estadísticas de la naturaleza», publicados en la revista *Razón y Fe*, números de diciembre de 1941 y de enero de 1942. Atinada y profundamente tocó también este punto Su Santidad Pío XII en su maravilloso discurso sobre «Le



*prácticamente* la existencia de un móvil perpetuo *molar*, pero no la de un móvil perpetuo *molecular* o de dimensiones microscópicas.

Sin embargo, el mérito principal de las consideraciones teóricas y de los cálculos matemáticos de Boltzmann, no consiste solamente en haber deducido el segundo principio mediante la aplicación de la Mecánica estadística y el establecimiento de la ley del desorden total de los elementos; mas también en haber emancipado—a juicio de Planck y otros sabios—el concepto de entropía del arte experimental humano, es decir, de la posibilidad o imposibilidad técnica de un móvil perpetuo de segunda especie, lo que significa un progreso esencial en la desantropomorfización de la imagen del Cosmos, perseguida por la Física moderna. Analizando los cheques mutuos de las moléculas de un gas, y el establecimiento de un régimen de equilibrio para los mismos, Boltzmann había podido definir una magnitud que debe crecer siempre a consecuencia de las colisiones, hasta el momento en que alcanza su valor máximo, característico del estado de equilibrio. Esta magnitud debía ser evidentemente asimilada a la entropía, y dicho físico mostró que era igual al logaritmo natural de la probabilidad del estado instantáneo de la masa gaseosa, multiplicado por la llamada “constante de Boltzmann”. Conforme a esto, estamos justificados para enunciar con el padre Gatterer el segundo principio de la Termodinámica en la siguiente forma: “En un sistema cerrado los cambios energéticos se realizan en el sentido de que un estado de menor probabilidad pasa espontáneamente a otro de probabilidad mayor” (33); o con Max Planck: “Todos los cambios de estado físicos y químicos tienen lugar por lo general de suerte que aumenta la probabilidad del estado” (34). La naturaleza prefiere

---

leggi che governano il mondo», pronunciado en la inauguración del VII año de la «Pontificia Accademia delle Scienze» (*Osservatore Romano* 22-23 febrero 1943).

(33) *Das Problem des statistischen Naturgesetzes*. Rauch, Innsbruck, 1924, p. 20.

(34) *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, Hirtzel, Leipzig, 1933, página 64. A los dos conceptos de entropía hasta aquí considerados, el primero *físico-matemático*, que se enlaza con la cantidad de energía degradada; *estadístico-atómico* el, segundo, que da una medida de la probabilidad de un estado, o del grado de organización de un

los estados más probables a los que lo son menos, ya que realiza transiciones sólo en la dirección de la mayor probabilidad: el calor pasa de cuerpos de más alta a otros de más baja temperatura, porque el estado de distribución uniforme de ésta es más probable que ningún otro. Sería un error, con todo, creer que los éxitos innegables del método *estadístico* en el estudio de la Termodinámica hayan arrinconado para siempre las obras clásicas basadas en el método *termodinámico-empírico*, que consideraba la ley de entropía como dotada de rigurosa validez, pues que se derivaba lógicamente de la imposibilidad del móvil perpetuo de segunda especie. Las *Lecciones de Termodinámica*, de Poincaré y de Planck—por no citar sino las más célebres—, serán siempre mencionadas con honor y estudiadas con diligencia en las cátedras de Ciencias físico-químicas, mayormente después que dicho método clásico ha adquirido un nuevo título de ciudadanía con la aparición del *teorema de Nernst* (1906), al que debemos además la definición de la *entropía absoluta*.

La imparcialidad reclama que no demos por terminado este somero análisis sin señalar siquiera—ya que más no permite la extensión de nuestro estudio—los puntos vulnerables de este cuerpo de doctrina, presentado muy de ordinario por científicos y vulgarizadores como cosa ya perfecta, indiscutida e indiscutible. Empezando por la misma estructura atómico-molecular de la materia ponderable, postulado esencial de todas las consideraciones precedentes, hay que notar que, por más que pueda alegar en su favor un cúmulo ingente de indicios de verdad y de razones probabilísimas, no puedè—por confesión de algunos de sus mismos defensores—ofrecer hasta hoy el suspirado argumento crucial que debería darle el sello de doctrina apodíctica y cierta, por lo menos si quiere extenderse a todos los estados de agregación. Más todavía, en la forma ordinaria y clásica que atribuye

sistema, debe añadirse un tercero, de carácter mucho más filosófico y universal, que conviene a todos los procesos naturales en general, más aún, a toda suerte de acontecimientos. «Existe algo que desaparece» es la formulación propuesta por B. Brunhes; Ostwald lo llama «das Gesetz des Geschehens», y lo enuncia así: «Para que algo suceda en el mundo físico deben existir diferencias de intensidad no compensadas». No sin razón, pues, Bergson ha calificado el principio de entropía como «la plus métaphysique des lois de la Physique».

individualidad sustancial propia a los últimos elementos materiales, el atomismo físico no se concilia con las ideas relativísticas que tienen a la materia por un conjunto de singularidades del "cronotopo" o espacio-físico de cuatro dimensiones; ni con las concepciones de P. Langevin acerca de la individualidad de las moléculas, átomos, electrones, etc.; ni con los supuestos de algunos propugnadores de la Mecánica ondulatoria, que tal preponderancia dan al elemento "onda", que parece desvanecerse el elemento "corpúsculo".

Tampoco la teoría cinética de los gases, a pesar de los numerosos y claros triunfos que ha podido apuntar en su haber, tiene derecho a gloriarse de haber pasado ya a ser una tesis cierta en el campo de la Física. Es cierto que todas las consecuencias que de ella se han deducido se han visto confirmadas por la experiencia—mientras no se trate de temperaturas muy bajas—; pero esto puede tan sólo elevarla a la categoría de principio "heurístico", toda vez que las hipótesis puestas en la base de la teoría miran siempre a la explicación de los hechos. "Si observamos atentamente—afirma el P. Pérez del Pulgar—las hipótesis que sirven de fundamento a la teoría cinética, descubrimos al punto que, bajo la apariencia de una ausencia de ley, supónese en realidad—aunque de una manera disfrazada—la misma ley que después se ha de deducir de una manera explícita" (35).

La identificación de la energía calorífica con la cinética de los corpúsculos, esencia de la teoría mecánica del calor, también carece de evidencia. A juicio del citado Reichenbach, "en este punto entra en juego el principio que niega toda distinción desde el momento que es posible prescindir de ella; proposición for-

---

(35) O. c., p. 178. El astrónomo H. Seeliger, por su parte, había escrito: «Es verdad que algunos físicos no consideran la teoría cinética de los gases como establecida con suficiente solidez en todos sus pormenores... Las teorías físicas son efímeras; lo que debe por lo menos inspirarnos prudencia y modestias» (*Scientia*, 1909, II, página 239). Por el contrario, H. Reichenbach, habida cuenta de los brillantes éxitos de la teoría, dice que «la teoría cinética ha podido conquistar en Física una posición tan predominante, que ningún físico la pondría hoy seriamente en duda» (*Atomes et Cosmos*, Flammarion, París, 1934, p. 148). Téngase a la vista, para estimar semejante juicio, que, según el iustre profesor, «la elucidación del principio de la conservación de la energía constituye el argumento crucial en favor de la teoría cinética» (p. 162).

mulada por Leibnitz como *principio de la identidad de los indiscernibles*, y cuya eficacia se ha manifestado ya en los más variados dominios de la Física: tan familiar se ha hecho en nuestros días al científico, que éste ni siquiera se da cuenta de que lo está aplicando" (36). Por lo demás, las hipótesis—variadas y atrevidas—de Rankine, de Redlenbacher, de Zehnder, de Callendar y otros, escogitadas para la explicación de los fenómenos térmicos, dan a conocer suficientemente el carácter hipotético de la definición física corriente del calor.

Finalmente, por lo que hace al punto vital del carácter estadístico de la ley de entropía, sólo notaremos tres cosas: 1.ª, la teoría de la reversibilidad absoluta de los procesos energéticos naturales parece atender tan sólo a los sistemas constituidos por masas gaseosas; pero la materia existe también en otros estados, en los cuales se ejercen acciones atractivas entre las moléculas: ¿cómo podrán romperse estos lazos y hacer marcha atrás para volver al estado inicial?...; 2.ª, además de los intercambios de calor por convección y conducción, hay los que tienen lugar por irradiación; en estos, observa el P. Abelé, la irreversibilidad proviene de la naturaleza tridimensional del espacio, y de la ley de disminución de la intensidad de la radiación en función del cuadrado de la distancia; sin embargo, admitida la discontinuidad o estructura granular de la energía, Planck y otros autores piensan poder salvar las ideas y razonamientos de Boltzmann; y 3.ª, no puede negarse que la cuestión de los límites y condiciones de aplicación de la teoría de probabilidades al mundo físico se presta a profundas y enmarañadas discusiones de carácter mixto, científico y filosófico, las cuales conducen a la conclusión de que en el problema que nos ocupa—así G. Castelnovo—"era stata sopravvalutata la parte del calcolo delle probabilità" (37).

(36) *O. c.*, p. 149.

(37) *Scientia*, 1933, I, p. 4. A pesar de todo lo dicho, parécenos demasiado riguroso y pesimista el juicio emitido por el gran Poincaré en *La Ciencia y la Hipótesis* (Madrid, 1907, p. 201): «Esta concepción—es decir, la explicación boltzmanniana de la irreversibilidad de los procesos térmicos—, que se liga a la teoría cinética de los gases, ha costado bastantes esfuerzos y ha sido, en resumidas cuentas, bastante poco fecunda...; podrá llegar a serlo. No es éste el lugar de examinar si sólo conduce a contradicciones y si está conforme con la verdadera naturaleza de las cosas». Más crudamente ha

## V

Aun cuando bastaría la mera *posibilidad* del carácter estadístico del principio de la degradación de la energía—y esta posibilidad no creemos que nadie pueda razonablemente negarla—para socavar los cimientos mismos de la argumentación entrópica, tan del gusto de la apologética creacionista de principios de este siglo, no queremos dejar de presentár y someter a severo análisis, por exigirlo así la finalidad de nuestro trabajo, los elementos todos explícita o implícitamente contenidos en el argumento, y los efugios y soluciones escogitados por sus adversarios para rechazarlo del todo, o para negar siquiera su valor absoluto y autónomo. Comenzaremos por discutir los cuatro postulados o presupuestos que están en la base de la generalización al Universo entero del principio de Carnot, demostrado solamente para sistemas tan limitados como son las máquinas térmicas ideales; postulados que vienen a coincidir con las cuatro afirmaciones de que habla a nuestro propósito P. M. Périer en su artículo, a nuestro parecer acertado en los juicios y definitivo en las conclusiones, “Les emprunts scientifiques en Théodicée” (38).

¿Es el Universo un sistema cerrado?—Por sistema cerrado entiéndese en Termodinámica un sistema o conjunto de cuerpos totalmente aislado desde el punto de vista energético, de suerte que no está en intercambio con ningún otro, y así, ni recibe ni pierde energía alguna. Salta a la vista que sólo tratándose de un sistema semejante tiene sentido hablar de un “máximo de entropía”, de un aumento de energía degradada. Si el sistema, en efecto, recibe de fuera o cede a fuera energía—ya de excelente calidad, ya inferior o térmica—, podrá suceder que la energía inútil en él encerrada sea cada vez menor; no podrá señalarse con el solo conocimiento del sistema el valor límite de la entropía que llevaría consigo la muerte calorífica o fenoménica

---

escrito el P. Pérez del Pulgar: «Por lo tanto, el segundo principio—el cual, según hemos dicho, es un hecho comprobado por la experiencia—pasa, por la teoría cinética, a ser sólo posible. Claro está que esto es inadmisibile...» (O. c., p. 173).

(38) *Revue pratique d'Apologétique*, XXIX, 1919-1920, p. 364.

en el interior de él. ¿Existe en el campo de la experimentación un sistema del todo cerrado? Es claro que éste representa un caso ideal, al que podemos acercarnos más y más, sin que pueda realizarse plenamente: jamás podrá construirse una máquina térmica en que no se pierda energía por frotamiento y por irradiación hacia el exterior. "Es evidente que en el mundo a nosotros accesible no existe ningún sistema adiabático rigurosamente cerrado, y con esto falla en la práctica—hablando con propiedad—todo el segundo principio de la Termología", escribía G. Hirth (39).

Desde luego, la necesidad de que el Universo considerado en su conjunto sea un sistema cerrado para que la generalización del principio de Clausius conduzca al equilibrio termodinámico general, es reconocida por todos: expresa y abiertamente lo han proclamado autores de tendencias tan divergentes como Gutberlet, Gockel, Ed. v. Hartmann, Seeliger, Hasenoeuhl, entre otros. Si, pues, limitamos el concepto de mundo físico a nuestro horizonte observacional, al sistema solar, a la galaxia primaria o secundaria, al conjunto de sistemas estelares y nebulares hasta hoy examinados, deberemos reconocer que el Cosmos es en realidad un sistema abierto, cuya trayectoria energética dependerá del aflujo y calidad de la energía recibida de otros sistemas externos o a ellos cedida, sin que podamos señalar un término a su evolución, mientras no nos conste que cesará un día la entrada o salida de energía aprovechable. Es el caso que sin duda tiene ante sus ojos Borel al establecer la siguiente proposición, bajo más de un concepto paradójica y falsa: "La evolución regular hacia estados cada vez más probables pareceme, en oposición a las ideas de Boltzmann, deber admitirse para el Universo entero desde el momento en que no se le considerará como un sistema finito, aislado para siempre en una porción finita del espacio, de la cual no puede salir nada, ni materia, ni energía, ni radiación, y en la que nada puede entrar" (40).

Mas si por Universo entendemos, con no pocos científicos y cosmólogos, la totalidad de las cosas corpóreas actualmente exis-

(39) *Entropie der Keimsysteme und erbliche Belastung*, Muenchen, 1900, p. 47.

(40) *O. c.*, p. 304.

tentes que tienen tal naturaleza o se hallan en tal colocación o disposición, que ejercen o ejercerán un día influjo energético las unas en las otras, es evidente que el mundo pasa a ser por definición un sistema estrictamente cerrado, ora se le considere finito en la extensión, ora se le atribuya una multitud actualmente infinita de elementos (41). No vemos, en verdad, cómo el Cosmos tomado en este sentido pueda aplicarse la aserción del barón Cara de Vaux: "Todo el mundo sabe que las leyes de la conservación de la energía—y lo mismo vale para la disipación de ella—no se aplica sino a un sistema cerrado. Ahora bien, es del todo evidente que ningún ser humano sabe si el mundo es cerrado o no. Luego estas leyes tienen el valor de una bella teoría; mas ignoramos cuáles son los límites de su aplicación en la realidad" (42). Tampoco podemos asentir, por la misma razón, a la frase de Planck: "En sentido físico no puede hablarse en modo alguno de un máximo de entropía del Universo". De hecho, sin embargo, parece que el ilustre profesor entiende por Universo un conjunto sumamente extenso de cuerpos, fuera del cual tienen lugar cambios energéticos que pueden influir en el curso del aumento de entropía del sistema (43).

Es preciso, con todo, añadir una observación trascendental y aun decisiva. "Si Dios existe, obra sobre el mundo: su acción misteriosa no se mide por nuestras fórmulas algebraicas, sólo alcanzamos sus efectos físicos. De donde resulta que, sometido a la influencia de un poder que le es externo, el mundo no es ya un sistema cerrado, aunque fuese limitado. Creador, conservador y, si lo tiene por bien, restaurador de la energía, Dios sabrá

(41) No nos parece en manera alguna exacta la expresión corriente entre los autores de «sistema finito y cerrado», con la que indican y aun afirman explícitamente que sólo un sistema finito en el número de sus elementos puede ser energéticamente cerrado. Tal es la mente de Isenkrahe al establecer su tercer postulado necesario para la validez del argumento entrópico. Son en realidad dos conceptos independientes el uno del otro; un sistema infinito puede cumplir con la condición de no ceder ni recibir energía alguna, como puede gozar de intercambio energético con otro u otros sistemas, así finitos como infinitos; por lo menos, siempre que la noción del infinito cuantitativo se anuncie «id quod pertransiri nequit», y no «id quo maius esse nequit».

(42) *Revue de Philosophie*, 1903, p. 70.

(43) *Léçons de Thermodynamique*, p. 111.

conservar, mientras le plazca, esta última en cantidad siempre finita, pero siempre suficiente. Y si el mundo no es un sistema cerrado, las leyes de la Energética no tienen eficacia alguna para señalarle un fin, y, por tanto, un *principio*. Este camino conduce a un callejón sin salida". Así Périer, en el trabajo antes citado (p. 367). Las mismas ideas comparten De Munnynck, Sertilanges y Descoqs.

*¿Es finita la energía total del Universo?*—Es muy corriente enumerar la finitud energética del Cosmos—presentada casi siempre como consecuencia de su finitud material o extensiva—entre los postulados indispensables para poder asentar el principio universal de Clausius, que lleva a la evolución irreversible y a la paralización del mundo físico. "Para dar solidez a estas consecuencias, que exceden en mucho—superfluo es notarlo—el alcance del segundo principio, es preciso, a juicio de Borel, resolver ante todo el problema de saber si las reservas de energía utilizables son finitas en un sistema finito, y *a fortiori* en el sistema infinito que es tal vez nuestro Cosmos" (44). Y suele aducirse por razón que, si el caudal aprovechable de energía del mundo físico es ilimitado, como quiera que su decrecimiento—y el correlativo aumento de energía degradada—tiene lugar según un ritmo finito, conforme atestigua la experiencia, jamás llegará a agotarse, y así, el máximo valor de la entropía, correspondiente al equilibrio térmico, nunca tendrá lugar: de un océano inagotable correrá por toda la eternidad un pequeño arroyo de agua hacia un mar más profundo y también de infinita capacidad.

Con no menor aplomo, por su parte, aseveran muchos autores de reconocida solvencia científica y filosófica, la imposibilidad de la existencia de infinita energía, y con gusto se invoca—así Nys, Descoqs, Périer—la autoridad de B. Brunhes, el gran vulgarizador de la doctrina de la degradación energética. "¿Quién... nos garantiza que el Universo material sea un sistema limitado? Y si no lo es, ¿qué significan estas expresiones, *energía total* de Universo, *energía utilizable* del Universo? Decir que la energía total se conserva, pero que la energía utilizable disminuye, ¿no

(44) O. c., p. 301.



es formular proposiciones vacías de sentido? Ciertamente, la asimilación del mundo material entero a un sistema limitado y sustraído a toda influencia exterior a él, sigue siendo una hipótesis; y añado que es una hipótesis que, como la inversa, choca con serias dificultades" (45). Sin embargo, puede a esto responderse que, el que numéricamente no pueda yo señalar el valor de una energía infinita, el que no pueda comprenderse plenamente su mismo concepto, no impide que éste sea bien definido y determinado, y que sea posible formular con toda exactitud proposiciones relativas a la energía total y a la disminución de la energía libre; pues que en el terreno cuantitativo no se exige un número actualmente infinito de ergios, para tener una energía infinita—toda vez que el *numerus actu infinitus* repugna en su noción misma—, sino una cantidad inmensurable de ergios, incapaz de ser jamás agotada por sucesivas sustracciones finitas, es decir, una *multitudo actu infinita* (46).

Si el Universo es finito—tal es la primera hipótesis—, ¿puede su energía ser infinita? Isenkrahe, en su clásica discusión de la prueba entropológica, señala como cuarto presupuesto de la misma, que "la suma total de energía contenida en una cantidad limitada de materia no puede en ningún caso alcanzar un valor infinito: las dudas acerca de este punto y las afirmaciones de los adversarios pueden refutarse con razones incontrovertibles". No falta, con todo, quien sostenga lo contrario: así, Lord Kelvin en varios lugares de sus escritos afirma que "no podemos estar ciertos de que la energía total intrínseca encerrada en una cas-

---

(45) *La dégradation de l'énergie*. Flammarion, París, 1915, página 358.

(46) Las controversias y discusiones, en otro tiempo interminables, así en las aulas como en los libros, entre finitistas e infinitistas, a las que se han añadido recientemente las disputas entre formalistas e intuicionistas, a propósito de la teoría matemática de los conjuntos de G. Cantor, parecen haber llegado a un punto muerto o a una situación de compromiso. Los finitistas insisten en la validez de los argumentos contra la posibilidad de una multitud actualmente infinita, sin atribuir es, empero, un valor cierto y apodíctico; los infinitistas, por su lado, se limitan a poner de manifiesto los puntos débiles de los razonamientos del adversario, sin que se hagan tampoco fuertes en el establecimiento de la posibilidad del infinito cuantitativo actual. Una breve y clara exposición de estas controversias puede verse en las obras del Prof. D. Nys *La notion d'espace y La notion de temps*.

tividad limitada de materia no sea infinitamente grande" (47). Para E. Becher, a su vez, "si bien semejante concepción no está exenta de dificultades, no se ve cómo podría ser excluida *a priori*" (48). Hasta hace muy poco podía aducirse en el terreno de los hechos la imposibilidad de determinar y señalar en los laboratorios otra cosa más que diferencias de los valores de la energía o de la entropía, correspondientes a los estados distintos considerados en el sistema en cuestión. Hoy, después de formulado el teorema térmico de Nernst, y de las investigaciones de Planck acerca de la energía del cero absoluto, puede ya hablarse del valor *absoluto* de la entropía de un cuerpo; si bien hay que confesar que, desde el punto de vista físico, en el estado actual de la ciencia no puede tratarse ni pensarse en una solución definitiva de problema tan candente y trascendental. Ni basta acudir a que las dos fuentes de energía más abundantes hasta hoy conocidas, la desintegración espontánea o artificial de los elementos y la conversión — defendida por los relativistas — de la masa en energía, dan valores enormes, sí, pero siempre finitos de energía; porque, dado que en ninguno de estos hechos puede admitirse destrucción o aniquilamiento alguno de la materia, ¿podrá alguien gloriarse de conocer los secretos que ésta sigue encerrando en su seno, y los tesoros energéticos que tal vez en él guarda?... La solución del enigma debe buscarse en el terreno filosófico. De hecho es frecuente entre los cultivadores de la Escelástica la tesis de que "el Universo no es infinito *secundum qualitatem*"; es decir, que—pues parten de la suposición de la finitud del mundo—una sustancia finita no puede poseer una cualidad ilimitada en su intensidad; y cierto, lo sería aquella en cuya virtud un cuerpo pudiese eternamente producir trabajo mecánico.

En segundo lugar, podemos preguntarnos: ¿hay contradicciones en poner un Universo *infinitamente extenso*? Es claro que si son innumerables, en el sentido estricto del vocablo, los astros o cuerpos que componen el Cosmos, también la energía en ellos

(47) Pueden verse los textos y su discusión en la mencionada obra de Schippenkoetter, p. 58, sq.

(48) *Weltgebäude, Weltgesetz, Weltentwicklung. Ein Bild der unbélebten Natur*, Berlín, 1915, p. 268.

contenida debe ser ilimitada e inagotable—cuantitativamente infinita—. Si, pues, se degrada o disipa a pasos cortos y finitos, jamás llegará el estado de muerte térmica, de muchos tan temido, por el enlace que creen deber reconocerse con el origen del mundo por creación (49). Por esta razón son tantos, entre los filósofos acatólicos y los científicos modernos, los que propugnan la posibilidad, cuando no la necesidad, de la ilimitada extensión del mundo físico; opinión fundada en la mayoría de los casos en los prejuicios panteístas, o en el sistema filosófico conocido con el nombre de “monismo”, el cual en realidad apenas se diferencia del ateísmo. Es verdad que los astrónomos de nuestros días—mayormente después que entre ellos han alcanzado tanto favor las teorías del *espacio finito e ilimitado*, de Einstein, y del *Universo en expansión*, del abate G. Lemaître—se inclinan hacia la finitud del Cosmos; pero hay que reconocer que ni los argumentos empírico-especulativos por ellos invocados, ni las razones abstractas y principios apriorísticos presentados por los filósofos finitistas, gozan de la evidencia y necesidad apetecidas. No pocas veces—basta citar los nombres de Donat, Philipps, Gatterer, Gutberlet, Nys...—han sido expuestos, examinados y declarados insuficientes los argumentos científicos en defensa de la finitud del mundo, desde el de Olbers (1826), fundado en la cantidad tan pequeña de luz que recibimos del cielo estrellado, al del astrónomo sueco C. V. Charlier, quien en 1896 creyó poder afirmar que todas las estrellas y nebulosas pertenecen a la Vía Láctea, finita en extensión, pasando por el de Wundt-Seligey (1895), cuya base empírica la constituyen la atracción finita y determinada que experimenta cada cuerpo en virtud de la gravitación universal (50). También las razones metafísicas *a priori*

(49) Es el caso típico—por no mencionar a los corifeos del monismo materialista Haeckel, Buechner, Moleschott, Littré, etc.—de Svante Arrhénius, el cual en su célebre libro *Das Werden der Welt* sostiene abiertamente que si la energía total del Cosmos es finita, y lo sería ciertamente de ser limitada su extensión, «toda la energía existente debió tener un origen repentino en el instante de la creación, lo cual nos es del todo inconcebible». Así concluye también su artículo «Die Unendlichkeit der Welt», publicado en *Scientia* (1909, I, pp. 217-229).

(50) También Arrhénius creyó poder ofrecer un argumento nuevo, «das auffallendste Argument», contra la limitación de la materia en el espacio cósmico, en el artículo antes citado, fundándose en

contra la muchedumbre actualmente infinita de los astros han aparecido insuficientemente sólidas, y la última forma de ellas, propuesta por Dressel (51), partiendo del aforismo "Quidquid existit, determinato modo existit", ha sido violentamente impugnada por Isenkrabe en varios de sus escritos, y declarada incapaz de sostener un tan elevado y pesado edificio (52).

Por lo demás, a juicio del P. Hontheim (53), aun permitiendo que el Universo fuese infinito en extensión, no se lograría impedir que sobreviniera su equilibrio térmico, toda vez que en cada instante y en infinitos lugares a la vez se degradaría una determinada capacidad de trabajo útil: luego en un tiempo limitado quedaría agotado todo el infinito caudal de energía de calidad superior. Sin embargo, semejante solución, además de hallarse íntimamente afectada por la naturaleza estadística de la segunda ley fundamental de la Termodinámica, depende esencialmente de la respuesta que se dé a la cuestión siguiente.

*¿Es extensible a todo el Universo la ley del aumento de entropía?*—Por la afirmativa se pronuncian en general cuantos siguen en las cuestiones científico-filosóficas la corriente ortodoxa y tradicional. Su persuasión la ha expresado con claridad y exactitud Mons. Leone G. B. Nigris en su libro—bajo más de un concepto digno de estima—*Crisinella Scienza* (1939): "Qualeuno negò il carattere assoluto della legge di entropia, nel senso che noi ignoriamo i confini dell'Universo, se pur ci sono, e che in altre plaghe estranee alle nostre indagini i fenomeni si possono svolgere secondo leggi da noi non previste e nemmeno concepibili. Questa fuga nell'ignoto, rinnegando i dati positivi di esperienza acquisita in una parte di universo pur così vasta qual'è quella scandagliata dalla scienza contemporanea, si condanna da

---

que una tal finitud llevaría consigo la disipación de la energía de los cuerpos celestes desde los tiempos infinitos ya transcurridos, de suerte que no podrían existir ya estrellas brillantes». Semejante afirmación, fundada en el supuesto gratuito de la eternidad del mundo, fué victoriosamente refutada por C. Gutberlet en *Philosophisches Jahrbuch*, 1915, pp. 476-489.

(51) *Stimmén aus Maria-Laach*, 1909, LXXVI, p. 156.

(52) *Energie, Entropie, Weltansfang, Weltende*, p. 31, sq.

(53) *Institutiones Theodicaeae*, Herder, Friburgo, 1893, p. 343. Es obvio que esta solución importa la simultaneidad—en ningún caso probada—del proceso de degradación en todo el Cosmos infinito.

se come eminentemente antiscientífica" (p. 93). Y, a la verdad, si en algún caso, en éste—apoyado por la observación y la experiencia hasta donde alcanzan los medios y recursos de la ciencia—tiene validez y aplicación el dicho de Arrhénius: "Es un axioma que, cuando no podemos observar una cosa, debemos atribuirle cualitativamente la misma constitución que tiene lo que es accesible a nuestros sentidos". El proceder opuesto, sobre ser arbitrario, importaría la limitación y aun la muerte de la investigación del Cosmos. Con el mismo derecho se podría exigir que cifiésemos nuestras conclusiones científicas a los materiales y fenómenos que se hallan y desarrollan en la superficie de la tierra, ya que el interior de ella no es directamente accesible a nuestro examen. Ni faltan autores, en no pocas opiniones audaces y exageradas, que en este punto se acuestan a la opinión tradicional. Jeans, por ejemplo, escribe: "El agua de los ríos puede recorrer un proceso cíclico, porque no constituye todo el Universo, sino que fuera de este ciclo existe algo—a saber, el calor solar—que lo mantiene sin cesar en movimiento. Pero el Cosmos, tomado en su totalidad, no puede seguir continuamente este curso circular. Y pues no puede venirle de fuera nueva energía de calidad superior, el mundo debe inexorablemente sufrir la degradación de su energía" (54). Y Borel, a pesar de sus fantasías y errores—que quitan no poco peso a su testimonio—, reconoce que "l'évolution de l'Univers vers les états les plus probables, devient une loi absolument générale" (55).

La respuesta negativa, según la cual no estamos ciertos de la validez del segundo principio para todo el Cosmos, se presenta avalada y patrocinada por firmas tan prestigiosas como el físico ruso O. D. Chwolson y el astrónomo alemán H. Seeliger. Oigamos al primero: "Pero las grandes leyes fundamentales, la conservación de la masa, la conservación de la energía, lo que se llama la ley de la entropía, que no es más que la ley de evolución del mundo A, ¿no deberán todas estas leyes ser aplicables en todas partes? De ningún modo... Quienquiera que, por un conocimiento superficial de los fenómenos y de las leyes físicas, se

(54) *Sterne, Welten und Atomé*, Stuttgart, 1931, p. 348.

(55) *O. c.*, p. 306.

engaña afirmando que pueden aplicarse al Universo (infinito según este autor), o siquiera al espacio Z, muy extenso pero limitado, causa un grave daño a los espíritus ávidos de saber, pero fáciles en creer; los cuales reciben así una idea falsa de lo que la ciencia hace y de lo que puede... La respuesta que debemos dar franca y lealmente a la cuestión de las propiedades del Universo es sencillamente una confesión de ignorancia; pero ¿debemos afirmar que ignoraremos también en adelante? No, ninguna razón nos obliga a ello" (56). Poco antes, Seeliger había formulado su opinión: "Aun haciendo caso omiso de las observaciones que preceden—refiérense al carácter de probabilidad de las leyes estadísticas—, y aun dejando de colocarse en el terreno, no del todo sólido, de la teoría cinética, antes por el contrario considerando el principio de entropía en su forma original, la posibilidad de aplicarlo al Universo (que para él es una *idæ-limite*—"Grenzbegriff"—) debería ser rechazada, y esto por las mismas razones que han conducido a negar la validez del principio de energía... Ya que es imposible probar más que esto: la entropía va aumentando en un sistema perfectamente cerrado; pero no se puede asegurar que este principio conserve su valor tratándose de sistemas de muy grande extensión" (57). Del mismo parecer son no pocos e ilustres científicos y filósofos de muy variadas tendencias, entre los cuales descuellan B. Bavink, L. Boltzmann, D. Nys, B. Brunhes, Ch. Brunold y otros.

Para enjuiciar serena e imparcialmente controversia tan im-

(56) «*Duerfen wir die physikalischen Gesetze auf das Universum anwenden?*» Artículo publicado en *Scientia*, 1910, II, pp. 51, 52. Afirmaciones igualmente radicales y tajantes pueden hallarse en abundancia en su opúsculo polémico antes citado, v. g.: «En otras regiones del Universo pueden dominar condiciones del todo distintas y regir leyes diversas, las cuales, de propio modo que las que valen en nuestro alrededor, sean formas especiales de una ley desconocida más universal» (p. 51). ¿No existe contradicción manifiesta entre semejantes proposiciones y los ditirambos entonados en loor del segundo principio, a que antes hicimos referencia?

(57) «*Ueber die Anwendung der Naturgesetze auf das Universum*» (*Scientia*, 1909, II, p. 243). Y en septiembre de 1913, en el Congreso de los naturalistas alemanes, reunido en Viena, declaraba: «Lo mismo que la extensión de la ley de la gravitación de Newton, hay que considerar como una generalización arbitraria la extensión al Universo de las dos leyes fundamentales de la Termodinámica» (Cf. *Scientia*, 1914, I, p. 160).

portante y delicada, creemos que se debe partir de una distinción fundamental. Si la carrera hacia el máximo de entropía tuviese por "substratum" el individuo material—átomo, electrón, protón...—, y estuviese fundada en su esencia, nos hallaríamos ante una regularidad estrictamente dinámica, y por ende valedera dondequiera que exista dicho principio de acción. Pero si el segundo principio—como es por lo menos probable—se reduce a una ley de los grandes números, la cual sólo tiene sentido tratándose de sistemas molares, y cuya existencia depende esencialmente de la estructuración y condiciones de los mismos, todo el negocio se reduce a examinar la posibilidad de que en otras partes del Cosmos existan aparatos o dispositivos naturales, los cuales, sin consumo de energía, puedan ordenar el movimiento desordenado de las moléculas, átomos o subátomos, de suerte que la ley allí dominante sea la de disminución de la entropía o elevación cualitativa de la energía. "Difícil es, reconocemos con Bavink, imaginarse, ni aun con la fantasía de un Verne o de un Lasswitz, un Universo en el que se cumpliera lo contrario de la ley de la entropía...; pero un absurdo del género de un mundo en el que la energía y la masa se produjesen de la nada, no lo sería ciertamente" (58).

Concluyamos, pues, confesando que el problema parece por ahora absolutamente insoluble. No tenemos razón alguna científica y de orden experimental, ni para extender con seguridad a todo el Cosmos la segunda de las leyes fundamentales de la ciencia del calor, ni para negarle una tal generalización. "¿No será, pues, verdaderamente temerario, pregúntase Périer, en el pasaje arriba citado, invocar este principio para una conclusión filosófica tan trascendental como es la existencia de Dios, siendo así que este método necesita la atrevida hipótesis de su extensión a todo el Universo? Una generalización semejante excede evidentemente el poder de la ciencia, y no entra en el modo de ver de sus mejores representantes".

*¿Extiéndese a todos los tiempos la validez del segundo principio?*—Es el último enigma que resta por descifrar, si queremos emitir un juicio definitivo y completo acerca del valor y eficacia

del argumento que nos ocupa. De poco, en efecto, serviría que la ley de entropía fuese una ley extensible a todo el Universo, y que éste fuese un sistema cerrado y de energía finita—caso favorable el más extremo—, si dicho segundo principio no rigiese *perpetuamente* las transformaciones y procesos energéticos del Cosmos. El profundo pensador y gran matemático Henri Poincaré, en su celebrado estudio "L'évolution des lois", ha formulado estas proposiciones relativas al mundo inorgánico: "Supongamos que las leyes observables no sean otra cosa que resultantes dependientes a la vez de las leyes moleculares y de la disposición de las moléculas. Cuando los progresos de la ciencia nos habrán familiarizado con esta dependencia, podremos sin duda concluir que, en virtud de las leyes moleculares, la disposición de las moléculas debió ser en otro tiempo distinta de la actual, y, en consecuencia, que las leyes observables no han sido siempre las mismas... Así que no hay ley alguna que podamos enunciarla con la certidumbre de que ha sido verdadera en lo pasado con la misma aproximación que en la actualidad" (59).

No pueda, en verdad, negarse que, tratándose de una ley de promedio—como lo es probablemente la que estudiamos—, la extrapolación ilimitada hacia entrambos extremos, lo pasado y lo por venir, sobre ser sumamente atrevida, carece de todo fundamento incommovible en la naturaleza misma de las cosas. No es, pues, maravilla que no sólo los subjetivistas y positivistas proclamen la inconstancia de las leyes naturales, mas también no pocos sabios y cosmólogos creyentes y católicos—Brunhes, Nys, Descoqs, Duhem...—se detengan en examinar este problema y le atribuyan una importancia capital. Hay que conceder que, como la anterior, también esta cuestión parece al presente insoluble, tratándose de un principio probablemente estadístico: carecemos de toda luz que nos permita disipar las densas tinieblas que envuelven las regiones del tiempo muy alejadas de nosotros. Debemos, pues, contentarnos con aducir algunos textos de quienes, por sus profundos y vastos conocimientos acerca de la Termodinámica, han podido abarcar mejor los datos que ofrece la ciencia para el examen de la cuestión. "No hay inconsecuencia alguna

---

(59) *Dernières Pensées*, Flammarion, París, 1917, p. 27.



—sienta Brunhès al comentar la limitación temporal establecida ya por Thomson en las conclusiones de su primera memoria—en imaginar que, mientras la conservación de la energía total jamás deja de cumplirse, el período actual de degradación de la misma haya sido precedido y pueda ir seguido de períodos en los que la energía utilizable crezca en vez de disminuir. Lógicamente la hipótesis nada tiene de absurdo” (60). Y Pierre Duhem, el energetista irreductible, escribía conforme a sus ideas exageradas acerca de la objetividad de las hipótesis científicas: “Podríamos sin dificultad componer una Termodinámica nueva, la cual, lo mismo que la antigua, representase las leyes experimentales hasta hoy conocidas; cuyas previsiones, durante diez mil años, marcharían acordes con las de la Termodinámica clásica; y, con todo, esta ciencia nueva podría afirmar que la entropía del Universo, después de haber crecido durante cien millones de años, decrecerá durante un período igual, para crecer luego de nuevo, y así indefinidamente. Por su misma esencia, la ciencia experimental es incapaz de predecir el fin del mundo, como lo es también de afirmar su perpetua actividad” (61).

## VI

Este sería, a no dudarlo, lugar a propósito para resumir, o esbozar siquiera, la doctrina acerca del llamado *curso circular del Cosmos*—o *ciclo periódico del Universo*, o *retorno eterno de los cielos*—, la cual tan importante papel ha representado siempre en la historia del pensamiento humano, que lo es en no pocas de sus páginas de las más inconcebibles aberraciones y manifestaciones falsedades. Por delante de los ojos del lector irían pasando, en abigarrado conjunto, los nombres, no sólo de literatos y poetas más o menos ilustres—desde H. Heine y M. Maeterlink, hasta el moderno escritor francés M. G. Bonnier y el novelista

(60) O. c., p. 363.

(61) «Physique du croyant», en *Annales de philosophie chrétienne*, t. 151, p. 66. Otro texto no menos expresivo de Couturat puede leerse en las *Praelectiones Theologiae Naturalis*, del R. P. Descoqs, S. I. (Beauchesne, París, 1932, I, p. 660).

M. R. de Cardonne—, y de pensadores y filósofos bien conocidos—los atomistas y los pitagóricos, Heráclito y Empédocles, Kant y Schelling, Spencer y Nietzsche, Haeckel y A. Rey...—; sino también de muchos científicos modernos de no poca fama—Rankine, Arrhénius, Nernst, Bavink, Veronnet, Borel...—, contestes en impugnar la creencia en la paralización y decadencia progresiva del mundo físico, en un estado final de rigidez y muerte perpetuas. Junto a ellos, en sucesión larga y heterogénea, desfilarían las más originales, audaces y gratuitas hipótesis y combinaciones, por dichos sabios escogitadas o patrocinadas, para hacer por lo menos verosímil la eternidad de los procesos cósmicos, y escapar así al tan temido y odiado origen temporal del mundo: la reactivación de los astros muertos por la concentración de la energía disipada, la formación incesante de nuevas estrellas por la condensación de las nebulosas difusas, y de éstas por el choque de aquéllas, la restauración de los átomos de uranio por el empaquetamiento de la energía acumulada en el espacio-éter, etc., etc. Así aparecería evidente, en un ejemplo más, el profundo y con frecuencia decisivo influjo que sobre los juicios al parecer más ponderados de la llamada ciencia, ejercen los movimientos de la parte afectiva y sentimental, reforzados en nuestro caso por el más radical dogmatismo filosófico; “para la mayor parte de los hombres—es atinada observación de Jeans, en el esp. V de *The Mysterious Universe*—la disolución final del Universo es una idea tan desagradable como la disolución de la propia personalidad, y a las aspiraciones humanas a la inmortalidad personal corresponden, a la escala del Macrocosmos, estas aspiraciones menos naturales a un mundo impercedero”. Por otro lado, no puede negarse siquiera un cierto grado de verdad a la prudente reflexión de A. Berthoud: “Más de una vez, sabios muy eminentes han creído descubrir fenómenos naturales o realizables en el laboratorio, los cuales estarían unidos a una disminución de la entropía. Estos descubrimientos no se han sostenido mucho tiempo; pero el hecho sólo de que hayan sido publicados es señal de la confianza limitada que algunos científicos otorgan a uno de los principios fundamentales de la ciencia” (62). En la necesidad, empero, de recoger velas, por

(62) *Science et Loi*, Alcan, París, 1934, p. 106.

habernos extendido más de lo que queríamos en la exposición de nuestro tema, tratemos ya de sintetizar y concretar el valor científico y apoloético, así del argumento entropológico considerado en su conjunto, como de cada una de las proposiciones que lo integran.

Primera proposición: *Del segundo principio de Termodinámica síguese que el Universo marcha incesantemente hacia un estado final de paralización o de muerte térmica.*—Para quienes—y son la casi totalidad de los físicos modernos—al aumento constante de entropía del Universo hay que concederle tan sólo el carácter de ley de promedio o de regularidad estadística, el segundo principio ha sido arrojado del campo de la *certeza rigurosa y científica*, para pasar al de la *probabilidad summa*, o, si se quiere, de la *certeza práctica*. El examen del aspecto físico del principio de la entropía ha conducido, en efecto, a la conclusión de que la validez de dicha ley se mantiene firme, más aún, ha sido nuevamente confirmada dentro de ciertos límites, relativamente amplios, del ámbito de la investigación científica; lo cual no impide, sin embargo, que haya perdido—en virtud de los resultados mismos de la Física moderna—su propiedad de origen y fundamento inmovible de consecuencias de trascendencia científica y filosófica para el pasado y el porvenir del Cosmos. Por esto nos atrevemos a disentir del juicio del ilustre P. Gatterer, el cual, en su meritísimo estudio acerca de las leyes estadísticas de la naturaleza, cree poder socavar los cimientos a la dificultad creada al valor apodético del argumento entrópico por el carácter estadístico del segundo principio: la razón quedó expuesta en lugar oportuno (63). Más todavía; dejado a un lado su probable sello de promedio, hay que reconocer que el principio del aumento de la entropía—a pesar de los esfuerzos de unos pocos autores para deducirlo *a priori*—es puramente *empírico*: sus pruebas hay que buscarlas tan sólo en la experiencia, la cual, en todos los innumerables procesos energéticos observados, y en todas las consecuencias de antemano previstas y calculadas, ha mostrado sin excepción alguna la verdad de la ley. Empero, por más que dicho principio reciba por este camino cada día mayor

(63) *Razón y Fe*, 1942, t. 125, p. 41.

solidez y firmeza, es cierto que no puede presentar en su favor una inducción completa, ni una inducción incompleta tal que permita reducir la regularidad y constancia de su cumplimiento a una inclinación o tendencia estable, fundada en la naturaleza misma de los cuerpos. Luego, aun cuando no existiese la explicación boltzmanniana de la ley de entropía, deberíamos afirmar que no nos consta en modo alguno el carácter *dinámico* de la misma, ni por consiguiente podríamos tener *certeza* de la muerte fenoménica del Universo; mayormente importando esta generalización, según se ha visto, algunos presupuestos en modo alguno evidentes ni accesibles a la observación o a la experiencia. Con razón, pues, se ha dado a los enunciados primeros de Clausius y de Thomson el nombre de *axiomas* o *postulados*; es decir, de aserciones universalmente admitidas, como dadas por la experiencia cotidiana, pero que no gozan de inmediata y necesaria evidencia.

Segunda proposición: *Este fin de la serie de los procesos energéticos del Cosmos, considerado en su integridad, importa el comienzo temporal de la misma.*—De suponerse en el mundo físico un caudal energético ilimitado que se degrada a pasos finitos, salta a la vista que de la muerte calorífica del Universo dentro de un plazo más o menos largo, se deduce por necesidad que el curso de su evolución debió existir sin principio, desde toda la eternidad: la posibilidad o imposibilidad de semejante hecho pertenece a la especulación filosófica, no a la investigación científica. Si, por el contrario, sostenemos la absoluta paralización futura de la máquina cósmica, dotada de energía finita—lo mismo cabría afirmar del mundo de energía infinita dispersada a pasos infinitos, de que habla Honthelm—, retrocediendo en el tiempo llegaremos a un momento en que toda la energía era útil o aprovechable, en que la entropía era mínima: fué el comienzo de la serie actual de los procesos energéticos. Si alguien, abrazado el fin definitivo de ésta, o lo que es lo mismo, negado el retorno perpetuo para lo por venir, pretendiese defenderlo para lo pasado, asentando que el mundo físico lleva en su mismo seno un principio de restauración, por el que ha recorrido ya infinitos ciclos antes del presente, incurriría en manifiesta contradicción y abandonaría del todo el terreno científico. También ha recibido

un rudo golpe, en el campo de la Física, el efugio escogitado por algunos autores—Bavink, Isénkrahe...—, para escapar al temido origen temporal del curso del mundo, según el cual la ley acerca del aumento de la entropía en el Cosmos estaría dispuesta de suerte que la curva representativa de ella se acercaría asintóticamente, hacia el lado negativo, a la recta que representa por su posición el constante valor total de la energía del Universo. Hoy, admitidos universalmente los átomos o “quantas” de energía, conforme a la teoría de Planck, el crecimiento de la entropía en un instante cualquiera debe tener lugar escalonadamente o a saltos, no de una manera continua, por lo que la hipótesis de la aproximación asintótica, tomada literalmente, debe considerarse como arrinconada.

Tercera proposición: *Si el curso del mundo no es eterno, también la materia “substratum” de los intercambios energéticos, ha comenzado a existir en el tiempo (absoluto) o con el tiempo (cósmico).*—Este aserto es el último y necesario anillo de la argumentación entrópica en favor de la creación del mundo; no es, pues, de admirar que haya sido objeto de vivas y acaloradas discusiones. ¿Qué absurdo habría—así los adversarios del argumento—en un Universo cuyos elementos todos estuviesen en reposo *ab aeterno*? ¿Por qué razón la materia debe estar necesariamente enlazada al movimiento, como si éste perteneciese a la esencia de aquélla? ¿No podría haber existido siempre, desde toda la eternidad, la máquina cósmica en equilibrio en el estado de mínima entropía, de máxima organización?... No, responden los defensores: la materia tuvo por necesidad desde el principio fuerzas, y por consiguiente energías, por ser ellas propiedades suyas, fundadas y radicadas en su misma esencia; y ¿cómo concebir que semejantes principios de acción permaneciesen larguísimo tiempo, toda una eternidad, sin producir sus efectos propios y dar comienzo al curso del mundo? Ciertamente que ella no aparece metafísicamente imposible; pero a condición de que se reconozca la intervención de un poder supramundano que impida la actuación de las tendencias naturales de los cuerpos inorgánicos, y así mantenga la energía en su estado de máxima utilidad. “El reloj cósmico—ha escrito Dréssel—, al comienzo de los procesos de la naturaleza no sólo se hallaba en el punto

más alto del impulso energético, sino que semejaste impulso estaba necesariamente asociado con la existencia del Universo, y por sí mismo se puso en acción. Es que por un lado existía con las fuerzas radicadas en los átomos y electrones, y sin intervención externa debía dar principio a la realización del curso del Cosmos, y por otro lado nada se hallaba que pudiese impedir un tal despliegue energético" (64).

Cuarta proposición: *Luego existe un Criador del mundo, el cual es el "Ens a se"—Dios—, o lo supone.*—Para quienes propugnan la verdad y necesidad de las premisas precedentes, cáese por su peso la legitimidad y evidencia de esta conclusión. Es de notar, empero, que—a juicio de no pocos, y al igual de lo que acontece con el argumento teleológico—sólo quedaría demostrada la existencia de una inteligencia y de un poder extramundanos, de un Ser relativamente supremo, distinto del Universo, y que habría sacado de la nada la materia que constituye el "substratum" de los procesos del mundo físico. Ciertó: para confundir y refutar a los adversarios agnósticos y materialistas, esto basta indudablemente. Mas, para probar de un modo evidente que existe un Dios personal, el cual se concibe como "Ens a se" único e infinitamente perfecto, la conclusión de nuestro argumento ha de ser ulteriormente desarrollada según el método propio de la argumentación metafísica. "Todas estas consideraciones científicas—ha notado Mercier—muestran muy bien que fuera y por encima del Universo actual hay algo que explica esta adquisición de fuerzas que dirige esta evolución. Son diferentes aspectos de un desarrollo que no tiene en sí mismo la razón de ser. Así, pues, solamente una consideración filosófica nos conduce a admitir que este principio de explicación, en último análisis, debe ser Acto puro, Ser necesario, Causa primera, Perfección subsistente, Inteligencia infinita" (65). Por esta razón ha sido impugnada la designación de *argumento científico* dada a la prueba que nos ocupa. "La base para la demostración de la existencia de Dios—así Schnippekoetter—descansa en última instancia, no en el estado de cosas físico-entropológico, sino en la aplicación de un

(64) *Stimmen aus Maria-Laach*, 1909, LXXVI, p. 158.

(65) *Traité élémentaire de philosophie*, ed. 6.<sup>a</sup>, vol. II, p. 53.

pensamiento más general y filosófico, del principio de causalidad al comienzo del curso del Universo... En el argumento entropológico no tenemos otra cosa que un caso especial de una prueba filosófica general, del llamado argumento cosmológico" (66). Por nuestra parte, creemos que puede retenerse sin abuso ni peligro dicha denominación para dar a entender que el punto de partida de la argumentación no es una proposición especulativa, ni tan sólo una verdad de experiencia inmediata interna o externa, sino un principio científico, resultado de observaciones repetidas y atentas, de experiencias delicadas y discutidas, de teorías sólidas y elaboradas; lo que sí resulta peligroso é inadmisibile es la exageración en que, con la mayor buena fe sin duda, han incurrido algunos de los apasionados defensores del argumento, como el astrónomo P. Braun, cuyas palabras transcribimos al comienzo de nuestro estudio.

Por todo lo expuesto en las páginas precedentes resultará claro al lector el fallo que—a nuestro entender—hay que pronunciar acerca del valor apologético del segundo principio de la Termodinámica, y en consecuencia, de la solidez y eficacia del argumento entrópico de la existencia de Dios. Hemos sometido todos y cada uno de los sillares básicos sobre los que asienta el edificio de la tan discutida prueba, a un examen, según creemos, imparcial y sereno, y apenas ninguno de ellos se ha mostrado del todo compacto y resistente a los golpes de explicaciones y teorías más o menos probables en sí, es verdad, pero nunca evidentemente falsas, de la ciencia moderna. Conforme a esto, juzgamos que dicho argumento carece de valor *apodictico*, de certeza *absoluta*, para demostrar la necesidad de un Dios creador del Universo, y aun la de un ser extramundano que en el tiempo diera principio al curso de los procesos energéticos del Cosmos. No podemos menos de hacer nuestro el silogismo del ilustre escolástico P. Descoqs: "Un argument qui repose exclusivement sur des hypothèses scientifiques non vérifiées, voire invérifiables, ne saurait fonder une thèse essentielle de métaphysique, comme l'existence de Dieu: on ne fonde pas le nécessaire sur l'incertaine."

---

(66) O. c., p. 79.

Or, il en est aussi de l'argument de entropie" (67). Ya oímos a este propósito las afirmaciones, mejor diríamos retractaciones, de dos de los más ilustres defensores del argumento, Dressel y Sawicki. Del primero son también las siguientes frases—en el mismo lugar citadas—: "Nunca he atribuído a la prueba entrópica el valor de los argumentos metafísicos en favor de la existencia de Dios. Sólo lo he estimado utilizable como *argumentum ad hominem* frente a quienes reconocen validez absoluta al segundo principio, en cuanto éste no permite que jamás disminuya la entropía en ninguno de los procesos que espontáneamente se desarrollan en el mundo inorgánico".

¿Negaremos en consecuencia toda validez al argumento en cuestión? No, por cierto. Por de pronto, frente a los materialistas y positivistas—sea cual fuere su matiz—que, en oposición a Haeckel y otros corifeos del monismo materialista, admitiesen la verdad física, y aun absoluta, no sólo de la ley de la conservación de la energía, sino además del segundo principio de la Termodinámica y de todos los presupuestos encerrados en la argumentación entropológica, sería un excelente argumento *ad hominem*, para hacerles patente la falsedad de sus postulados filosóficos, y la necesidad de admitir la existencia de un Creador. Y si algunos—siguiendo a I. Epping en su obra *Kreislauf in Kosmos*—, reconocida la verdad de la ley de la entropía, pretendiesen escapar al origen temporal del mundo recurriendo al desesperado "proceso circular perpetuo", podría por lo menos ponérseles de manifiesto cómo, en contraste con la gratuidad absoluta de sus hipótesis, permanece siempre firme la certeza siquiera moral de la paralización y decadencia progresivas del Universo. Además, no cabe duda de que las consideraciones fundadas en la degradación constante de la energía, bien presentadas, interesan e impresionan vivamente a no pocos espíritus, los cuales no pueden menos de admirar la convergencia de la verdadera ciencia y de la sana filosofía hacia conclusiones idénticas: así pueden aquéllas apoyar, como argumento *auxiliar y complementario*, a manera de *confirmación*, la verdad de la existencia de Dios ya definitivamente establecida por las sólidas razones de la Teolo-



gía natural. Lejos, pues, de adherirnos a la opinión de quienes —y son no pocos aun en el campo ortodoxo—propugnan el absoluto y perpetuo alejamiento de la prueba entrópica del campo de la Apologética cristiana, por los peligros, a su juicio graves e inminentes, que crearía el enlace de la Teodicea con ciertas explicaciones y teorías—no siempre ciertas y firmes—de la ciencia, creemos que su exposición juiciosa y moderado uso podrían contribuir no poco al deseado rejuvenecimiento de la forma—ya que la trabazón y el fondo gozan de eterna juventud—de las tradicionales pruebas de la Escolástica. Pongamos ya punto final con la prudente observación de M. Chossat—en el artículo “Dieu (son existence)” del *Dictionnaire de Théologie Catholique*—: “En manos de un teólogo iniciado en las teorías y en los métodos científicos modernos, estos argumentos, lejos de ser despreciables, son de un efecto maravilloso para mostrar que el ateísmo especulativo se alimenta de evidencias puramente subjetivas, y para quitar de la mente de los creyentes las dudas que las afirmaciones de los vulgarizadores—como Buechner, etc.—arrojan en los espíritus”.

En abierta oposición a los muchos y graves teólogos medievales que propugnaron la imposibilidad de la creación “ab aeterno” del Universo—entre los que descuellan San Anselmo, San Alberto Magno, San Buenaventura—, el Doctor de Aquino, después de examinar con su acostumbrado equilibrio, claridad y profundidad, las razones filosóficas por ellos aducidas, concluye que no es posible demostrar apodícticamente que el mundo ha empezado a existir. “Que el mundo no ha existido siempre—enseña en la *Summa theologiae*, I, q. 66, a. 2—lo afirmamos por sola la fe, y no puede probarse por raciocinio, como arriba se dijo del misterio de la Trinidad. Y la razón es, porque el comienzo del mundo no puede demostrarse, ni partiendo del mismo mundo, ni de su causa eficiente, la cual obra por su libre voluntad... Por lo cual el origen temporal del Universo pertenece a la fe, no a la ciencia”. La misma doctrina hallamos, ora expuesta detenidamente, ora insinuada tan sólo, en otras obras del Santo Doctor—v. g., *In II Sent. d. l. q. 1, a. 5*; *Cont. gent. l. II, c. 38*; *De potentia*, q. 3, a. 17; op. *De aeternitate mundi contra murmurantes*; *Quodl. III, a. 31*; *XII, a. 7*...—Han trascurrido casi

siete siglos... Ellos asistieron, en los días del Renacimiento, al verdadero origen y alumbramiento de las ciencias experimentales y de observación, que a tan grande altura fueron elevadas muy pronto, merced a los profundos estudios y geniales intuiciones de Copérnico, Kepler, Galileo, Newton, Huygens...; ellos han visto el sucesivo, y a las veces rápido, levantarse y desplegarse de atrevidas hipótesis y elaboradas teorías, cuyo ambicioso ideal era nada menos que arrancar a la naturaleza uno a uno sus íntimos secretos y explicar sus cada vez más arcanos misterios; ellos contemplan en la actualidad el esfuerzo gigantesco y organizado de los sabios más eminentes de todos los países, ocupados unos en escudriñar en los grandiosos observatorios los abismos más profundos del mundo sideral, en tanto que otros, en los laboratorios de Física atómica, se empeñan en penetrar hasta la constitución íntima de los últimos elementos de la materia... Y hoy, a pesar de tan asombrosos y profundos adelantos, de tan intensa y continua actividad, el hombre de ciencia del siglo XX puede y debe, a nuestro juicio, con sinceridad y humildad, repetir la aserción del Angel de las Escuelas: "Mundum non semper fuisse sola fide tenetur et demonstrative probari non potest".

R. PUIGREFAGUT.

*Facultad Filosófica de Sarriá (Barcelona).*