

LA COSMOLOGIA EN EL MAGISTERIO DE S. S. PIO XII

La figura de S. S. Pío XII, gigante por tantos conceptos, adquiere proporciones verdaderamente colosales desde la perspectiva de su magisterio. Para convencerse de ello, nada mejor que dar un repaso a los volúmenes del «Acta Apostolicae Sedis», pertenecientes a su dilatado Pontificado.

Pues bien ; entre los múltiples y multiformes documentos de este magisterio, pocos habrá que reflejen tan al vivo las ansias pastorales del gran Pontífice extinto, como los que se ordenan a orientar el pensamiento ante los grandes problemas que las ciencias del Cosmos presentan al hombre de nuestros días. Es de todos conocido el entusiasmo del Papa por las conquistas audaces de la ciencia y técnica modernas ; es también sabido con qué predilección recibía en sus audiencias a los especialistas de las más diversas ramas del saber positivo y con qué sincero reconocimiento sabía poner de relieve el mérito de sus investigaciones y esfuerzos. Por lo común, los documentos de Pío XII que tocan temas cosmológicos, son simples alocuciones pronunciadas con ocasión de estas audiencias. Su carácter es decididamente orientador. Cuando habla a científicos, médicos, biólogos, astrónomos, etc., el esquema común consiste en recoger en documentadas síntesis los resultados más avanzados de la respectiva especialidad y señalar inmediatamente un luminoso camino que, partiendo de tales resultados, apunta en el otro extremo a las grandes verdades de la filosofía y de la teología y dogma católicos. Inversamente, cuando el Papa recibe a filósofos y representaciones docentes

eclesiásticas, no es insólito que en sus alocuciones o documentos insistiera en recomendar un mayor interés por abordar a fondo los interrogantes con que las ciencias positivas vienen al encuentro de la filosofía y de la fe.

En el presente trabajo tratamos simplemente de recopilar en forma antológica los textos más destacados de la enseñanza pontificia en materias cosmológicas, procurando, al mismo tiempo, delinear a grandes rasgos la concepción científico-filosófica del cosmos que la palabra de Pío XII nos revela.

1. LA UNIVERSAL MUTABILIDAD DEL COSMOS

El punto de arranque de la especulación cosmológica, tanto teórica como históricamente, lo constituye, sin duda alguna, el hecho de la mutación, fenómeno el más profundo y universal de la naturaleza. Sin embargo los filósofos antiguos no pudieron ni siquiera vislumbrar los horizontes a los que había de llevar la moderna investigación científica, en una y otra dirección, es decir, en cuanto a la profundidad y en cuanto a la universalidad de la mutación. Así, por lo que se refiere a este último aspecto, los antiguos no osaron atribuir a los cuerpos supralunares otra mutación que el simple movimiento local. Por lo que se refiere a las mutaciones de los seres corruptibles, si bien llegaron por la teoría hilemórfica de un sólo golpe a las raíces más profundas que cabe señalar a la mutación física, la deducción entrañaba, sin embargo, una visión demasiado simplificadora, al ignorarse hasta los tiempos más recientes, la insospechada complejidad de los cuerpos naturales, incluso de los considerados como más elementales, homogéneos y estables.

En el discurso de 1951 a la Pontificia Academia de Ciencias, Su Santidad Pío XII, ha presentado en una de sus admirables síntesis esta aportación de la ciencia moderna en orden a ampliar los horizontes de la mutabilidad en ambas direcciones del macrocosmos y del microcosmos. Aunque ordenada esta exposición al esclarecimiento de la primera de las vías tradicionales para la demostración de la existencia de Dios, el carácter de este período es netamente cosmológico, como lo es también el punto de arranque de la primera vía. He aquí la exposición del Papa.

El hecho de la mutabilidad. a) en el macrocosmos:

«Con razón asombra ya a primera vista el ver cómo el conocimiento del hecho de la mutabilidad ha ido ganando cada vez mayor terreno, tanto en el macrocosmos como en el microcosmos, a medida que las ciencias avanzaban, confirmando con nuevas pruebas la teoría de Heráclito: «Todo fluye», «panta rei». Como es bien sabido, ya la experiencia cotidiana muestra una enorme cantidad de transformaciones en el mundo próximo o lejano que nos rodea; sobre todo los movimientos locales de los cuerpos. Pero además de estos verdaderos y propiamente dichos movimientos locales, son igualmente visibles con facilidad los multiformes cambios químico-físicos (por ejemplo, la mutación del estado físico del agua en sus tres fases de vapor, líquido y sólido) los profundos efectos químicos obtenidos mediante el uso del fuego, cuyo conocimiento se remonta a la edad prehistórica; la disgregación de las piedras y la corrupción de los cuerpos vegetales y animales. A esta experiencia de la vida corriente viene a sumarse la ciencia natural que ha enseñado a interpretar estos y semejantes hechos como procesos de destrucción o de construcción de las sustancias corpóreas en sus elementos químicos, o sea, en sus partes más pequeñas, los átomos químicos. Más aún, avanzando un paso más, la ciencia ha puesto de manifiesto cómo esta mutabilidad químico-física, no queda restringida únicamente a los cuerpos terrestres, según creían los antiguos, sino que se extiende a todos los cuerpos de nuestro sistema solar y del gran universo, que el telescopio y, aún mejor, el espectroscopio han demostrado que están formados por las mismas especies de átomos.

b) en el microcosmos:

Contra la indiscutible mutabilidad de la naturaleza, aun la inanimada, surgía todavía, sin embargo, el enigma del inexplorado microcosmos. Parecía en realidad que la materia inorgánica, a diferencia del mundo animado, era, en cierto sentido, inmutable. Sus más pequeñas partes, los átomos químicos, podían ciertamente unirse entre sí de las más diversas maneras, pero parecía como si gozaran del privilegio de una eterna estabilidad e indestructibilidad, saliendo sin mudanza de toda síntesis y análisis químico. Hace cien años se juzgaban aun como partículas elementales simples, indivisibles e indestructibles. Lo mismo se pensaba de las energías y las fuerzas materia-

les del cosmos, sobre todo tomando por base las leyes fundamentales de la conservación de la masa y la energía. Algunos naturalistas llegaban a creerse autorizados a formular en nombre de su ciencia una fantástica filosofía monística, cuyo mezcquino recuerdo está ligado, entre otros, al nombre de Ernst Haeckel. Pero precisamente en su tiempo, hacia fines del siglo pasado, también esta concepción simplista del átomo químico fué superada por la ciencia moderna. El gradual conocimiento del sistema periódico de los elementos químicos, el descubrimiento de las irradiaciones corpusculares de los elementos radiactivos y muchos otros hechos por el estilo, han mostrado cómo el microcosmos del átomo químico, con dimensiones del orden de la diezmillonésima de milímetro, es el escenario de continuas mutaciones, no menos que el macrocosmos que todos tan bien conocemos».

El Papa resume así la mutabilidad interna del átomo :

En la esfera electrónica. «Y ante todo, el carácter de la mutabilidad fué descubierto en la esfera electrónica. Del conglomerado electrónico del átomo dimanan irradiaciones de luz y calor, que son absorbidas por los cuerpos externos, según el nivel de energía de las órbitas electrónicas. En las partes exteriores de esta esfera se desarrolla también la ionización del átomo y la transformación de la energía en la síntesis y en el análisis de las combinaciones químicas. Se podía, sin embargo, por el momento suponer que estas transformaciones químico-físicas dejaban un refugio a la estabilidad, no alcanzando al núcleo mismo del átomo, sede de la masa y de la carga eléctrica positiva por las cuales viene determinado el puesto del átomo químico en el sistema natural de los elementos y donde creyó encontrarse casi el tipo de lo absolutamente estable e invariable.

En el núcleo. Pero ya en los albores del nuevo siglo, la observación de los procesos radiactivos (que había que reducir en último análisis a una espontánea fragmentación del núcleo) llegaron a excluir este esquema. Descubierta a partir de ahí la inestabilidad hasta en los más profundos rincones de la naturaleza conocida, quedaba todavía un hecho que dejaba perplejo, manteniendo la apariencia de que el átomo fuese inexpugnable, al menos por las fuerzas humanas, pues al principio todas las tentativas de acelerar o retardar la natural desintegración radiactiva, o siquiera de fraccionar núcleos no activos, habían resultado fallidas. El primer fraccionamiento, bastante modesto por cierto, del núcleo (de hidrógeno), se remonta solamente a tres

decenios, y únicamente desde hace pocos años ha sido posible, después de gigantes esfuerzos, efectuar en cantidad considerable procesos de formación y de descomposición de los núcleos. Si bien este resultado, que podemos apuntarnos como gloria de nuestro siglo en cuanto favorece a la paz, no representa en el campo de la física nuclear práctica sino un primer paso, sin embargo una importante conclusión se deduce de él para nuestro tema: los núcleos atómicos son ciertamente, por muy variadas razones, más firmes y estables que las ordinarias combinaciones químicas; pero, no obstante, también ellos están en principio sujetos a semejantes leyes de transformación y, por tanto, son mudables. Al mismo tiempo se ha podido comprobar que tales procesos tienen la mayor importancia en la economía de la energía de las estrellas fijas. En el centro de nuestro sol, por ejemplo, se desarrolla, según Bethe, en una temperatura de alrededor de 20 millones de grados, una reacción cerrada en cadena, en la cual cuatro núcleos de hidrógeno se unen en un núcleo de helio. La energía que con esto queda libre viene a compensar la pérdida debida a la irradiación del sol. También los modernos laboratorios físicos consiguen efectuar mediante el bombardeo con partículas dotadas de altísima energía o con neutrones, transformaciones de núcleos, como puede observarse en el ejemplo del átomo de uranio. A este propósito viene también a punto mencionar los efectos de la irradiación cósmica, que puede fraccionar los átomos más pesados, liberando de esta manera, no raras veces, enjambres enteros de partículas subatómicas.

Hemos querido citar solamente algunos ejemplos; pero aptos para poner fuera de toda duda la expresa mutabilidad del mundo inorgánico, grande y pequeño; los miles y miles de transformaciones de las formas de energía, especialmente en las descomposiciones y combinaciones químicas del macrocosmos y no menos la mutabilidad de los átomos químicos, hasta la partícula subatómica de sus respectivos núcleos.

El científico de hoy, dirigiendo su mirada al interior de la naturaleza, sabe por tanto, más profundamente que sus predecesores de hace cien años, que la materia inorgánica en su más íntimo meollo, por así decirlo, está sellada con la impronta de la mutabilidad; y que por eso su ser y su subsistir exigen una realidad enteramente diversa e inmutable por naturaleza» (1).

(1) *Acta Apostolicae Sedis*, 44 (1952), pp. 34-36.

2. LA INTIMA ESTRUCTURA DEL SER MOVIL

El hecho de la mutabilidad en la naturaleza lleva lógicamente a la cuestión de su constitución e íntima contextura. Los escolásticos sitúan derechamente el problema fundamental en la esencia misma del ser móvil, planteándose el problema de los principios absolutamente últimos de la misma. En la ciencia actual el problema no se plantea en términos tan resolutorios, acostumbrados a no pasar, en cuanto sea posible, los límites del puro positivismo fenomenista. No obstante, es también claro que a través de todos los fenómenos energéticos que se manifiestan en los cuerpos y corpúsculos, el problema que en definitiva acucia al físico teórico es también el del constitutivo del ser material o, (por utilizar una fórmula más moderna y usual, aunque no más exacta) el problema de la estructura de la materia.

La respuesta de Aristóteles y Santo Tomás, merced a la maravillosa fuerza de su genio filosófico, lleva de un sólo golpe muy lejos. El hito puesto por ellos con la teoría hilemórfica no sólo no ha sido rebasado, sino que permanece en pie siempre, al término incluso de los delicados análisis del microcosmos, cuya asombrosa complejidad aquellos filósofos no pudieron ni siquiera vislumbrar y que la física actual de modo tan maravilloso nos presenta.

No han faltado comentaristas del pensamiento de Pío XII que, interpretando los deseos manifestados alguna vez por el Papa de una cuidadosa depuración de la Escolástica en cuanto a las teorías físicas de otros tiempos, osasen incluir entre estas, la tesis fundamental de la cosmología tradicional, es decir, el hilemorfismo. Cuan precipitada y arriesgada fuese esta interpretación del pensamiento del Papa, quedó bien de manifiesto en el memorable discurso dirigido por el Sumo Pontífice al IV Congreso Tomístico Internacional el día 14 de Septiembre de 1955. El Santo Padre, después de examinar el largo camino recorrido por las concepciones mecanicistas en el intento de dar solución a la cuestión de los últimos principios, sin acertar con una respuesta plenamente satisfactoria, apunta decididamente al hilemorfismo, como solución capaz de dar un complemento necesario a los resultados de la simple investigación empírica :

«...Estos pocos hechos, apenas esbozados, revelan el fallo de las hipótesis mecanicistas, jamás abandonadas prácticamente por los cultivadores de las ciencias físicas en lo que respecta a la interpretación del microcosmos.

Se presenta, pues, como evidente la necesidad de examinar hacia qué bases de naturaleza filosófica sea posible dirigir los nuevos resultados de la ciencia. Caído el mecanicismo positivista, se ha tratado de sustituirlo con concepciones de naturaleza más idealista, apoyadas sobre la preeminencia del sujeto cognoscente y de su forma cognoscitiva. No siendo ahora posible entrar directamente en la crítica de estos procedimientos, bástenos notar cómo la recta conciencia en la investigación científica ha conducido al pensamiento moderno al terreno de aquella filosofía que puede dar razón interpretativa a los resultados experimentales obtenidos. Si los principios fundamentales de esta filosofía se hubiesen tenido bien presentes, se hubiera visto cómo aun en este campo no están de hecho en oposición con las necesidades del pensamiento moderno.

En efecto: aquella filosofía afirma que en los cuerpos existe un principio unificador que aparece tanto más eficaz cuanto más íntimamente se examina su íntima constitución.

Se parte de «compuestos» (en el campo de los no vivientes) constituidos por partes unidas entre sí con vínculos meramente accidentales y externos: en estas condiciones las leyes de la mecánica son suficientes para explicar la acción e integración de varios elementos. Mas a medida que se desciende a los elementos más fundamentales, se encuentran vínculos más íntimos que los puramente mecánicos: tales vínculos postulan una cierta unidad de principios operantes en la diversidad de las partes componentes. Precisamente en este campo se revela la utilidad de la doctrina hilemorfista. Mientras en el macrocosmos el problema no se plantea con tanta evidencia, éste se hace más urgente en el microcosmos. La teoría de la materia y de la forma, de la potencia y del acto, es capaz de iluminar las exigencias de la ciencia moderna con una luz consonante con los resultados de la investigación. Sostiene que deben existir sistemas fundamentales que constituyen la base de las propiedades de los cuerpos, los cuales deben tener una unidad intrínseca y no accidental. Por tanto, no pueden estar constituidos por partículas que conserven cada una su propia individualidad, puestas sólo en conjunto para formar un agregado. Cada partícula contribuye a constituir el complejo unitario perdiendo alguna de sus características de modo que no puede ser considerada como cuando estaba en estado libre. El electrón fuera del átomo no puede ser examinado exactamente como cuando viene a formar parte del cuerpo atómico. Aquél está presente en el átomo con una nueva

forma de ser: virtualmente presente, capaz de actualizar de nuevo todas sus características, si un proceso físico le separa del sistema.

Lo mismo se diga del núcleo que constituye un conjunto todavía más estrictamente unitario. No puede cada una de las partículas, los nucleones, ser examinada con las mismas propiedades que las caracterizan fuera del núcleo. Aquéllas adquieren una presencia virtual a la que aportan algunas características, mientras pierden otras.

Las leyes electrodinámicas y del electromagnetismo, válidas para el macrocosmos, no son ya integralmente válidas para el microcosmos, nacen otras fuerzas de unión, sin que puedan ser ya asimiladas en modo alguno a las que ordinariamente caen bajo nuestra observación sensible.

Es fácil entrever la gran eficacia que puede tener una filosofía tan profunda ayudando a la ciencia en su esfuerzo por esclarecer los problemas de la naturaleza. Sin duda la filosofía no puede decir cuál sea el sistema más pequeño que haya de considerarse como unitario; pero afirma que debe ciertamente existir un sistema semejante y que cuanto más fundamental es un complejo, tanto más unitaria debe ser la acción de cada uno de sus elementos» (2).

3. MATERIA Y ENERGIA

Los equívocos a que puede dar lugar el abuso de los resultados de la ciencia moderna, elaborados dentro de un esquema conceptual netamente positivista, se ponen de manifiesto en la célebre fórmula, que establece la reversibilidad de la transformación de materia y energía. Fórmula fecunda en resultados técnicos, pero ambigua en el terreno filosófico y expuesta a deducciones sorprendentes. En el mismo discurso anteriormente citado, el Papa puso las cosas en su punto con admirable concisión y claridad:

«Algunos han creído poder afirmar que la materia se transforma en energía y viceversa y que, por tanto, materia y energía no son otra cosa que dos aspectos de una misma sustancia. Otros han dicho que todo el mundo no es otra cosa que energía más o menos materializada, y así han nacido varias interpretaciones de naturaleza filosófica de los hechos presentados por la ciencia.

Para evitar conclusiones que podrían tal vez conducir a error, es necesario tener siempre muy presente la afirmación científica: a la

(2) AAS, 47 (1955) pp. 684-687.

desaparición de una cierta porción de materia considerada bajo el aspecto de sus propiedades inerciales y gravitatorias, sigue la manifestación de una muy precisa cantidad de energía ligada a aquella masa según la relación que expresa la ecuación relativista ($E=Mc^2$). Esto no autoriza todavía a decir que la materia se ha transformado en energía. En efecto, consideremos atentamente los dos fenómenos bajo el aspecto filosófico :

Primero. No es esencialmente necesario para que una entidad sea material, el hecho de que posea propiedades de inercia y gravitación ; puede existir una clase de materia privada de tales características.

Segundo. La energía se presenta como un «accidente» y no como una «sustancia» ; si así es, no puede transformarse en su soporte, es decir, en materia.

Se puede, pues, legítimamente concluir hoy que en la naturaleza se verifican fenómenos en los que una porción de materia pierde sus características de masa para cambiarse radicalmente en sus propiedades físicas, aun permaneciendo integralmente materia ; sucede así que el nuevo estado adquirido escapa a aquellos métodos experimentales que habían servido para determinar el valor de la masa. En correspondencia a esta mutación, una cierta cantidad de energía se exterioriza y se hace manifiesta dando origen a hechos observables y susceptibles de medición en la materia ponderable. De este modo puede decirse que los datos de la ciencia no sufren alteración y que las premisas filosóficas conservan su vigor» (3).

4. LAS LEYES DE LA NATURALEZA

El método lógico en la investigación del cosmos lleva por necesidad a la consideración de las leyes inherentes al universo y al proceso de su mutabilidad radical. Ningún problema más apasionante que este que trata de descubrir las leyes que rigen en la naturaleza. «Quizá no hay en nuestros días, decía el Papa en su Alocución de 1943 a la Pontificia Academia de Ciencias, un problema que interese y ocupe tanto a los más eminentes investigadores del mundo natural —físicos, químicos, astrónomos, biólogos y fisiólogos—y aun a los que cultivan ahora la filosofía natural, como el tema de las leyes que rigen el orden y la acción de la materia y de los fenómenos que se manifiestan en nuestro globo y en el universo. Se trata realmente de

(3) AAS, 47 (1955) p. 690.

cuestiones fundamentales, cuya solución no es menos decisiva para el objeto y fin de toda ciencia natural, que importante hasta para su comprensión metafísica, radicada en la realidad objetiva» (4).

El Papa, consciente verdaderamente de la importancia del tema y asimismo de los graves errores a que llevan los presupuestos filosóficos del fenomenismo, comúnmente vigente entre los científicos de nuestro tiempo, ha insistido en más de una ocasión en orientar vigorosamente el pensamiento hacia las soluciones equilibradas de una ciencia iluminada por los principios de la filosofía tradicional.

La enseñanza del Papa aboca a la posición equidistante entre los errores extremos en que ha caído el pensamiento moderno, yendo del determinismo materialista del siglo pasado, para el que las leyes científicas son rígida y necesariamente determinadas, sin que puedan ser intervenidas por fuerzas de otro orden, al indeterminismo actual, para el que no cabe aplicar a la naturaleza otras leyes que las simplemente estadísticas.

Dejando a un lado el error del determinismo materialista ya caduco, Pío XII se ha ocupado especialmente de enjuiciar el indeterminismo que es el «verdadero error de nuestros tiempos» (5) en esta materia, hijo de una concepción positivista y fenomenista de la ciencia y del entendimiento humano.

En el citado discurso de 1943 a la Pontificia Academia de Ciencias, el Papa presenta, ante todo, un espléndido balance de leyes naturales, pertenecientes tanto al orden inorgánico como a la esfera del mundo vegetativo y sensitivo, dotadas de suficiente certeza científica para constituir un auténtico *sistema de leyes naturales*.

Esto supuesto, se impone la necesidad de reconocer una auténtica objetividad a nuestro conocimiento, el cual no crea, sino *descubre* este orden en la naturaleza. «Las leyes naturales existen, por decirlo así, encarnadas y ocultamente actuando en lo íntimo de la naturaleza y nosotros, con la observación y el experimento, las buscamos y descubrimos» (6).

Sólo el fenomenismo, ilegítimo intruso de la ciencia, puede haber conducido a las conclusiones erróneas del indeterminismo *científico contemporáneo*.

(4) AAS, 35 (1943) p. 70.

(5) *Ib.*, p. 76.

(6) *Ib.*, p. 78.

Hecho este firme razonamiento, el Papa, en tono persuasivo y oratorio, lleva al ánimo de sus oyentes la convicción de que nuestra ciencia se apoya en la realidad y no en una subjetividad nebulosa y como de ensueño :

«...No ; la ciencia no es ciencia de los sueños ni de las semejanzas de las cosas, sino de las mismas cosas a través de las imágenes que recogemos de ellas, porque, como enseñó el Angélico Doctor, siguiendo a Aristóteles, la piedra no puede estar en nuestra alma, pero sí la imagen o figura de la piedra, que ella produce semejante a sí en nuestros sentidos y luego en nuestro entendimiento, a fin de que por tal semejanza pueda estar y esté en nuestra alma y en nuestro estudio y nos haga volver a ella conduciéndonos de nuevo a la realidad. Hasta las recientes investigaciones de la Psicología experimental atestiguan, o mejor dicho, confirman que estas semejanzas no son un mero producto de una actividad subjetiva autónoma, sino reacciones psíquicas a estímulos independientes del sujeto, y que provienen de las mismas cosas, reacciones que están conformes a las diversas cualidades y propiedades de las cosas y que varían al variar el estímulo.

Por tanto, las imágenes que las cosas naturales, por medio de la luz y del calor, o por medio del sonido, del sabor y del olor, o de otra manera, imprimen en los órganos de nuestros sentidos y a través de los sentidos internos llegan a nuestro entendimiento, no son más que el instrumento de que nos ha dotado la naturaleza, nuestra primera maestra del saber, para hacerse conocer por nosotros ; pero no es menos verdad que podemos examinar, estudiar, indagar tal instrumento y reflexionar sobre estas imágenes y sobre cuanto ellas nos presentan sobre la naturaleza y sobre el camino por el cual se hacen fuentes nuestras de conocimientos del mundo que nos rodea. Desde el acto con que nuestro entendimiento entiende la piedra, pasamos al acto de entender cómo nuestro entendimiento entiende la piedra ; acto que corrobora el primero, porque el hombre, naciendo sin ideas innatas y sin los sueños de una vida anterior, entra virgen de imágenes y de ciencia en el mundo y, como ya hemos recordado, nace hecho para 'aprender sólo de lo sentido lo que es luego digno de entendimiento' (Divina Comedia, Parad. IV 41-42)».

De este mismo problema, tratado también en el discurso a la Pontificia Academia de Ciencias, de 8 de febrero de 1948, se volvió a hacer eco el Papa en la alocución al IV Congreso Tomístico Internacio-

nal de 1955. El Papa expresa más claramente todavía cómo el indeterminismo físico que se quiere atribuir a la naturaleza íntima de la realidad material no es de hecho otra cosa que una gratuita concesión al subjetivismo idealista, en que la realidad objetiva es sustituida por el investigador y sus procedimientos más o menos imperfectos de estudio. Este extremo de interpretación del cosmos, no menos que el determinismo rígido, encuentra también en la filosofía tomista el conveniente remedio desde un punto de vista de logrado equilibrio:

«...Este principio (el de indeterminación de Heisenberg) muestra cómo la ciencia para interpretar sus resultados recurre una vez más al terreno de sistemas de naturaleza filosófica, conjugándolos esta vez con concepciones de sabor idealístico, en las que el sujeto investigador sustituye a la realidad objetiva. Cuán disconforme sea esto con el método científico no habrá quien no lo vea con evidencia.

Puestos sobre falso camino, algunos han ido más lejos, atribuyendo a las partículas del microcosmos una especie de «libre albedrío» y así han llegado a pensar haber puesto en crisis el principio de causalidad, al menos para el microcosmos. Pero este principio nada tiene que ver con el determinismo y el indeterminismo, puesto que es de naturaleza más general que la investigación experimental. Como es obvio para quien quiera que considere el problema en sus términos reales, menos aún puede ser atacado el principio de razón suficiente.

Bastaría un conocimiento más profundo y adecuado del pensamiento filosófico tomista para abrir una senda de verdad entre los excesos del determinismo mecanicista y del probabilismo indeterminista. La filosofía perenne, en efecto, admite la existencia de principios activos intrínsecos a la naturaleza de los cuerpos, cuyos elementos reaccionan, en el espacio de un mínimo intervalo, diversamente según las diversas acciones externas, y cuyos efectos, por tanto, no se pueden determinar unívocamente. De aquí se desprende la imposibilidad de prever todos los efectos por medio sólo del conocimiento experimental de las condiciones externas. De otra parte, tales principios activos de naturaleza material tienen, sin embargo, un modo propio de obrar interno, exento de toda clase de libertad y, por tanto, de probabilidad, estando sujetos a un verdadero determinismo intrínseco» (7).

(7) AAS, 47 (1955) p. 688.

5. ESTRUCTURA GENERAL DEL UNIVERSO

Si Pío XII manifestó un interés excepcional por los resultados y el progreso de toda clase de ciencias naturales con un especial afecto para los hombres a ellas consagrados, cabe asegurar que este interés alcanza su máximo nivel en lo que se refiere a la astronomía y astrofísica. Una exposición del pensamiento y enseñanza del Papa sobre temas cosmológicos, siquiera sea tan antológica como la presente, quedaría muy imperfecta si no hiciese referencia a estos temas. Por otra parte, la descripción del universo y los diversos sistemas cosmo-gráficos ocupan con pleno derecho un lugar adecuado dentro de una Cosmología filosófica, al menos según la genuina concepción escolástica.

El Papa se ha referido a este tema en más de una ocasión y pocos párrafos de arranque oratorio tan sublime como los que con frecuencia le inspira la consideración de la belleza, orden e inmensidad del Cosmos. No obstante, encontramos su más completa y documentada exposición en la memorable alocución que pronunció en Castelgandolfo el día 7 de septiembre de 1952, ante más de 650 participantes del Congreso Mundial de Astronomía. Sería preciso para apreciar la belleza y el mérito del discurso del Papa reproducirlo íntegramente, pero hemos de limitarnos, en gracia a la brevedad, a reproducir los párrafos más salientes en que describe los gigantescos pasos dados por la astronomía durante nuestro siglo en las inmensidades de los espacios cósmicos.

«El siglo pasado fué testigo de las primeras y laboriosas tentativas de exploración en las profundidades del espacio cuando Bessel, Struve y Henderson midieron las primeras paralajes trigonométricas tan satisfactoriamente, que con legítimo gozo se podrían registrar a fines de siglo con certeza las distancias de unas cincuenta y ocho estrellas fijas, alejadas de nuestro sol por espacios que alcanzaban los treinta y cuarenta años de luz. [...].

El primer gran paso más allá de las estrellas más próximas fué realizado por el astrónomo Shapley, con sus investigaciones hoy clásicas, sobre la distribución de las masas globulares en el espacio, investigaciones que suponían una transformación completa en la concepción de la estructura del sistema galáctico. Entretanto otras investigaciones, por ejemplo las referentes a los movimientos estelares o a la disminución de la luz cuando atraviesa la materia oscura en el

espacio interestelar, perfeccionaron esta nueva concepción. Se adquirió así la certeza de que la vía láctea de los antiguos, inspiradora de tantos mitos vacíos, es una inmensa acumulación de unos cien millones de estrellas—unas más grandes, otras más pequeñas que nuestro sol—a través de la cual se extienden vastas nubes de gas y de polvo cósmico. El sistema entero, sometido también él a la ley general de la gravitación, se mantiene en rotación sobre gigantescas órbitas, en torno a un centro, situado en las grandes nubes estelares del Sagitario. Semejante en su conjunto a una gigantesca lente biconvexa que se moviera por sí misma, este sistema presenta un diámetro de unos cien mil años de luz y un espesor en el centro de alrededor de diez mil. En cuanto a nosotros, con nuestro sistema solar, no somos, como en otro tiempo se creía, el centro de este inconmensurable conglomerado de astros; estamos en realidad apartados del centro unos treinta mil años de luz. Y aunque giramos en torno de él a la velocidad vertiginosa de doscientos kilómetros por segundo, hacen falta para dar una sola vuelta completa doscientos veinticinco millones de nuestros años solares.

Con legítimo orgullo se ha atribuido la ciencia astronómica de nuestro siglo el mérito de la conquista del sistema galáctico. A este primero y feliz movimiento de avance debía pronto suceder otro que iba a llevar al conocimiento humano más allá de la vía láctea a la inmensidad del espacio. Esta etapa decisiva ha podido ser franqueada gracias, sobre todo, a los gigantescos telescopios de Lick, de Yerkes y de Monte Wilson. [...].

Infatigables en el sondeo de los cielos, los astrónomos pasaron de ahí a considerar también nebulosas aparentemente mucho más pequeñas que estas galaxias y a calcular sus distancias respectivas midiendo los diámetros aparentes y su luminosidad y comparando estos datos con las características conocidas de las nebulosas más próximas. Finalmente, las investigaciones espectroscópicas de Humason condujeron al descubrimiento de una ley insospechada: el desplazamiento de las rayas espectrales hacia el rojo aumenta proporcionalmente a la distancia de la nebulosa, de suerte que la medida de este desplazamiento permite calcular la distancia misma, pese a la debilidad de la luz que llegue hasta nosotros, con tal de que sea suficiente para producir un espectro mensurable.

En el curso de estas investigaciones se ha observado que—si se consideran vastas y profundas zonas del cielo—estas nebulosas extra-

galácticas aparecen, poco más o menos, regularmente diseminadas en el espacio cósmico y no se ha podido hasta este momento observar la menor disminución de su densidad. En el espacio alcanzado por el telescopio de Monte Wilson, se calcula en unos cien millones el número de estas galaxias, distribuidas en una esfera de un diámetro aproximado de mil millones de años de luz, comprendiendo cada una de ellas alrededor de cien mil millones de estrellas semejantes a nuestro sol.

Después de esta rápida visita en espíritu a través de la inmensidad del cosmos, volvamos a nuestro pequeño planeta, que con la masa de sus cadenas de montañas, con las extensiones sin límites de sus océanos y de sus desiertos, con la violencia de sus huracanes, de sus erupciones volcánicas y de sus movimientos sísmicos nos parece a veces tan vasto y tan potente. Y, sin embargo, un rayo de luz daría en el espacio de un segundo la vuelta a nuestro ecuador más de siete veces; en un poco más de un segundo—un abrir y cerrar de ojos—llegaría hasta nuestra vecina la luna; en poco más de ocho minutos al sol, y en cinco horas y media tocaría el más lejano planeta de nuestro sistema: Plutón. En cuanto a las estrellas fijas más próximas, que en las noches serenas nos parecen casi al alcance de la mano sobre las cumbres de los montes, un mensaje luminoso tardaría más de cuatro años de luz en alcanzarlas y harían falta treinta mil para llegar hasta el centro de nuestra vía láctea. La luz que nos llega de la nebulosa de Andrómeda partió de su origen hace cerca de setecientos cincuenta mil años, mientras que ciertas nebulosas lejanísimas, que sólo los más potentes instrumentos de la óptica moderna registran con gran dificultad sobre la placa fotográfica y después de una larga exposición, como minúsculas estrellas, están alejadas de quinientos a mil millones de años de luz.

¡Qué cifras, qué dimensiones, qué distancias de espacio y de tiempo! Y todavía es de creer que la ciencia astronómica está lejos de poder afirmar que ha llegado al término de su maravillosa aventura. ¿Quién puede decir los ulteriores avances que se producirán en un futuro próximo con el espejo de cinco metros de Monte Palomar y el rápido desarrollo de la radioastronomía? ¡Cuán pequeño aparece el hombre en este grandioso cuadro, prodigiosamente agigantado por el espacio y el tiempo; minúscula partícula de polvo en la inmensidad del universo! Y sin embargo...

Lo que sorprende más a quienquiera que contemple el cuadro del cosmos que apenas hemos esbozado—y que es el fruto de largas y laboriosas investigaciones no de un hombre, sino de generaciones enteras de estudiosos pertenecientes a las naciones más diversas—no es solamente la mole gigantesca del todo o de sus partes o la armonía de sus movimientos, sino el proceder de la inteligencia investigadora del hombre al descubrir un tan amplio panorama» (8).

6. DESTINO Y ORIGEN DEL COSMOS

La grandiosidad y el orden del cosmos, al poner de relieve el valor del espíritu humano, que alcanza a descubrirlo, lleva a éste necesariamente a sentirse dominado por la presencia de la eterna inteligencia creadora que «con suprema intuición conoce y escruta hoy, como en el alba del primer día de la creación, todo lo que existe» (9).

A idéntica conclusión llega también el hombre cuando examina el universo desde el punto de vista de la mutabilidad y recapacita sobre el origen y dirección de las transformaciones que constituyen la más radical necesidad de la materia del universo. La enseñanza del Papa sobre el origen y destino del cosmos está apoyada también en una espléndida visión de la naturaleza a través de los datos de la ciencia actual, controlados por una sólida crítica filosófica.

a. *El destino del cosmos.*

LA DIRECCION DE LAS TRANSFORMACIONES.—1) *En el macrocosmos: La ley de la entropía.* «La ciencia moderna no ha extendido y profundizado solamente nuestros conocimientos sobre la realidad y la amplitud de la mutabilidad del cosmos; ella nos ofrece también preciosas indicaciones acerca de la dirección, según la cual se realizan los procesos en la naturaleza. Mientras que hace aún cien años, especialmente después del descubrimiento de la ley de la constancia, se pensaba que los procesos naturales fuesen reversibles y, por lo tanto, según los principios de la estricta causalidad—o, mejor, determinación—de la naturaleza, se creía posible una continua renovación y rejuvenecimiento del cosmos, con la ley de la entropía descubierta por

(8) IAS, 44 (1952) pp. 733-736.

(9) *Ib.*

Rodolfo Clausius, se vino a saber que los espontáneos procesos naturales están siempre unidos a una disminución de la energía libre y utilizable; lo que en un sistema natural cerrado debe conducir, finalmente, a la terminación de los procesos en la escala macroscópica. Este destino fatal que solamente algunas hipótesis, en ciertos casos demasiado gratuitas—como la de la creación continua supletoria—se esfuerzan por ahorrar al universo, cuando, por el contrario, brota de la experiencia científica positiva, exige necesariamente la existencia de un Ser necesario.

2) *En el microcosmos.* En el microcosmos esta ley, estadística en el fondo, no tiene aplicación y, además, al tiempo de su formulación no se conocía casi nada de la estructura y del comportamiento del átomo. Sin embargo, la investigación más reciente sobre el átomo y a la vez el inesperado desarrollo de la astrofísica, han hecho posibles en este campo sorprendentes investigaciones. El resultado no puede enunciarse aquí más que brevemente y es que incluso el desarrollo atómico e intratómico tiene señalado claramente un sentido de dirección.

Para ilustrar este hecho bastará recurrir al ya mencionado ejemplo de la acción de las energías solares. La capa electrónica de los átomos químicos en la fotosfera del sol lanza cada segundo una gigantesca cantidad de energía radiante en el espacio circundante, del cual ya no vuelve. La pérdida está compensada desde el interior del sol por medio de la formación de helio del hidrógeno. La energía que con esto se libera proviene de la masa de los núcleos de hidrógeno, la cual en este proceso en una pequeña parte se convierte en energía equivalente. El proceso de compensación, por tanto, se desarrolla a costa de la energía que, originariamente, existe en los núcleos de hidrógeno como masa. Así dicha energía, en el curso de miles de millones de años, se transforma, lenta, pero irremediablemente, en radiaciones. Una cosa semejante acontece en todos los procesos radiactivos, tanto naturales como artificiales. También aquí, por consiguiente, en el reducido y estricto microcosmos encontramos una ley que indica la dirección de la evolución y que es análoga a la ley de la entropía en el macrocosmos. La dirección de la evolución espontánea se determina mediante la disminución de la energía utilizable en la periferia y en el núcleo del átomo, y hasta ahora no se han conocido procesos que pudieran compensar o anular tal empobrecimiento por medio de la formación espontánea de núcleos de alto valor energético.

DESARROLLO DEL UNIVERSO EN EL FUTURO.—Si el científico dirige, por lo tanto, su mirada del estado presente del universo al futuro, por muy lejano que sea, se ve obligado a tropezar, tanto en el macrocosmos como en el microcosmos, con el envejecimiento del mundo. En el curso de miles de millones de años, incluso las cantidades aparentemente inagotables de núcleos atómicos, pierden energía utilizable, y la materia se aproxima, hablando en sentido figurado, a un volcán apagado, hecho escoria. Y viene a la mente el pensar que si el presente cosmos, hoy tan rebosante de ritmo y de vida no es capaz de dar razón de sí mismo, mucho menos podrá hacerlo el cosmos sobre el que habrá pasado a su modo el aleteo de la muerte» (10).

b. *El origen del universo.*

«Vuélvase ahora la mirada al pasado. A medida que se retrocede, la materia se presenta más y más rica de energía libre y como teatro de grandes convulsiones cósmicas. Así, todo parece indicar que el universo material ha tenido, desde tiempo finito, un pujante principio, provisto como estaba de una abundancia incalculablemente grande de reservas energéticas, en virtud de las cuales, primero rápidamente, luego con progresiva lentitud, ha evolucionado hasta el estado presente.

Saltan así a la mente dos preguntas espontáneas: ¿Puede la ciencia decir cuando ha acaecido este potente principio del cosmos? ¿Y cuál era el estado inicial, primitivo, del universo?

Los más excelentes técnicos de la física atómica, en colaboración con los astrónomos y los astrofísicos, se han esforzado por esclarecer estos dos arduos, pero sobremanera interesantes problemas.

EL PRINCIPIO EN EL TIEMPO. Ante todo, por citar algunas cifras que no pretenden otra cosa, sino expresar un orden de magnitudes al delinear el alba de nuestro universo, o sea su principio en el tiempo, la ciencia dispone de varios caminos, bastantes independientes entre sí y, sin embargo, convergentes, que brevemente indicamos.

1. *El alejamiento de las nebulosas espirales o galaxias.* El examen de numerosas nebulosas espirales, llevado a cabo especialmente por Edwin E. Hubble en el Mount Wilson Observatory, llevó al significativo resultado—aunque haya que tomarlo con las debidas reservas—de que estos lejanos sistemas de galaxias tienden a separarse la

(10) AAS, 44 (1952) pp. 37-38.

una de la otra con tal velocidad que la distancia entre dos de esas nebulosas espirales se duplica en el transcurso de unos 1.300 millones de años. Si se mira retrospectivamente el tiempo de este proceso del «Expanding Universe», resulta que hace de mil a diez mil millones de años, la materia de todas las nebulosas espirales, se encontraba contenida en un espacio relativamente estrecho, cuando los procesos cósmicos tuvieron comienzo.

2. *La edad de la corteza sólida de la tierra.* Para calcular la edad de las sustancias originarias radiactivas, existen datos muy aproximados tomados de la transmutación del isótopo del uranio 238 en un isótopo de plomo (RaG), del uranio 235 en actinio D (AcD) y del isótopo del torio 232 en torio D (ThD). La masa de helio que con esto se forma puede servir de control. Por este camino resultaría que la edad media de los minerales más antiguos es, a lo más, de cinco mil millones de años.

3. *La edad de los meteoritos.* El método precedente aplicado a los meteoritos para calcular su edad, ha dado poco más o menos la misma cifra de cinco mil millones de años. Resultado éste que adquiere especial importancia desde el momento en que hoy se admite generalmente el origen interestelar de los meteoritos.

4. *La estabilidad de los sistemas de estrellas dobles y de los grupos de estrellas.* Las oscilaciones de la gravitación, dentro de estos sistemas, como el roce de las mareas, encierran de nuevo su estabilidad entre los límites de cinco mil a diez mil millones de años. (...)

EL ESTADO Y CALIDAD DE LA MATERIA ORIGINAL. Con igual empeño y libertad de investigación y afirmación, los sabios han aplicado su audaz ingenio no sólo a la cuestión sobre la edad del cosmos, sino también a la ya indicada, ciertamente más ardua, del estado y calidad de la materia primitiva.

Según las teorías que se tomen como base, los cálculos correspondientes difieren no poco entre sí. Sin embargo, los científicos están de acuerdo en opinar que lo mismo que la masa, también la densidad, la presión y la temperatura, deben haber llegado a grados verdaderamente enormes... Sólo con estas condiciones se puede comprender la formación de los núcleos pesados y su frecuencia relativa en el sistema periódico de los elementos.

Por otra parte, la inteligencia, ávida de verdad, insiste con razón en la pregunta de cómo la materia ha podido llegar a un estado semejante, tan inverosímil a nuestra ordinaria experiencia de hoy y qué es

lo que la ha precedido. En vano se esperarí­a una respuesta de las ciencias naturales que declaren lealmente encontrarse delante de un enigma insoluble. Es verdad que se exigirí­a demasiado de las ciencias naturales como tales, pero es igualmente cierto que el espí­ritu humano, versado en la meditaci3n filos3fica, penetra m3s profundamente en el problema.

Es innegable que una mente iluminada y enriquecida con los modernos conocimientos cientí­ficos, considerando serenamente este problema, no puede menos de romper el cerco de una materia totalmente independiente y autóctona, bien por increada, o por creada por sí misma, y elevarse a un Espí­ritu creador. Con la misma mirada limpia y crí­tica con que examina y juzga los hechos, profundiza y reconoce en ellos la obra de la Omnipotencia creadora, cuya virtud, agitada por el potente «Fiat» pronunciado hace miles de milenios de ańos por el Espí­ritu creador, se extendió por el universo llamando a la existencia, con un gesto de generoso amor, a la materia exuberante de energí­a. En realidad, parece como si la ciencia moderna saltando de un golpe millones de siglos, hubiera logrado hacerse testigo de aquel primordial «Fiat lux» cuando de la nada brotó con la materia, un mar de luz y de radiaciones, mientras las partículas de los elementos quí­micos se rompieron y se reunieron en millones de galaxias.

Es verdad que de la creaci3n en el tiempo no son argumentos decisivos los hechos hasta ahora comprobados, como son decisivos, por el contrario, los tomados de la metafísica y de la revelaci3n en cuanto a la simple creaci3n, y de la sola revelaci3n si se trata de la creaci3n en el tiempo. Los hechos concernientes a las ciencias naturales a que nos hemos referido, esperan todaví­a mayores investigaciones y confirmaciones y las teorías sobre ellos fundadas, necesitan nuevos desarrollos y pruebas para ofrecer una base segura a una argumentaci3n que de suyo est3 fuera del campo propio de las ciencias naturales.

A pesar de esto, es digno de consideraci3n el que los modernos cultivadores de estas ciencias, estiman la idea de la creaci3n del universo como completamente conciliable con su concepci3n cientí­fica; m3s ań que hayan sido conducidos hacia ella por sus propias investigaciones, siendo así que hace pocos decenios, tal «hip3tesis» venía rechazada como absolutamente inconciliable con el estado presente de la ciencia» (11).

(11) AAS, 44 (1952) pp. 39-41.

* * *

Hemos presentado en estas páginas, con las propias palabras del Papa, un breve esbozo de su concepción científico-filosófica del Cosmos, que, a pesar de la necesaria limitación de los textos, aparece ciertamente grandiosa al par que sólida y luminosa. La máxima aspiración del Papa en esta enseñanza fué llevar a los ánimos de sus oyentes la íntima persuasión de que la verdad es don de Dios. Por tanto, todas las legítimas conquistas de la ciencia humana han de encontrar su natural complemento en las adquisiciones de la sana filosofía, mientras que unas y otras, en definitiva, han de estar en plena y soberana armonía con las verdades de la fe. Por eso, digiéndose al IV Congreso Tomístico, se expresaba en estos términos: «El estudio honesto y profundo de los problemas científicos, no sólo no conduce por sí mismo a oposición con los principios ciertos de la «filosofía perenne», sino que, por el contrario, recibe de ellos una luz a la que los mismos filósofos quizá no miraban, y menos podían esperarla tan continua e intensa» (12). Por lo cual se comprende «cuán ventajoso y necesario es para un filósofo profundizar sus conocimientos del progreso científico. Sólo teniendo una clara conciencia de los resultados experimentales de las proposiciones matemáticas, de las construcciones teóricas, es posible aportar una valiosa contribución interpretativa por parte de la filosofía perenne. Todo camino del saber tiene sus propias e inconfundibles características y debe operar oportuna y distintamente de los otros, pero esto no significa que deban ignorarse recíprocamente. Sólo de una mutua comprensión y colaboración puede nacer el gran edificio del humano saber que se armoniza con las luces superiores de la divina sabiduría» (13).

Hermosas palabras cuyo valor resplandece al colocarlas como colofón de esta significativa antología de la enseñanza de Pío XII en temas cosmológicos. Se ve, en efecto, cómo de este programa propuesto por el sabio Pontífice, fué él, en medio de las excepcionales preocupaciones de su augusto ministerio, el más admirable y preclaro ejemplo.

FR. ALBERTO G. FUENTE, O. P.

(12) AAS, 47 (1955) p. 648.

(13) AAS, 47 (1955) p. 691.