

## LA INVESTIGACIÓN FÍSICA EN LA ACTUALIDAD<sup>1</sup>

Al umbral del octavo decenio del siglo XX, las ciencias naturales han alcanzado una importancia enorme en la vida humana. Sobre todo en las ciencias físicas cuyo ritmo aumenta cada vez más. Al decir "física", se incluye también una gran parte de la ciencia química. Hoy día, vale casi igual decir "física nuclear" o "química nuclear". En general, se han borrado los límites abruptos entre las distintas ciencias. La investigación de las estructuras, composiciones, transformaciones y reacciones en la realidad exterior, que todavía en el siglo XIX fue tarea casi exclusiva de la ciencia química, desde el descubrimiento de la estructura interna de los átomos a los elementos químicos se reparte entre la física y la química, y ya no se distinguen más en sus objetos y métodos -la física como explicación de las leyes universales que determinan los movimientos espacio-temporales, y la química como análisis de la composición y las transmutaciones internas y las sustancias físicas-, sino que se distinguen por la creciente y ascendente complejidad y complicación de sus estructuraciones. La física se ocupa hoy día de los elementos y las fuerzas más sencillas y primitivas, a saber, de las partículas elementales, los núcleos atómicos y los átomos; mientras que la química se ocupa de las composiciones más complejas como son moléculas, los cristales y, últimamente, las macromoléculas que está en la base de las células vivientes. En la actualidad, la física se ha desarrollado como una ciencia básica, que penetra y apoya todas las ciencias naturales. Han surgido nuevas ramas de la investigación como la química y la biología cuántica, la bío-física y la bío-química. Porque sin duda los procesos que acompañan nuestros pensamientos en las neuronas y ganglios cerebrales son únicamente reacciones de partículas elementales y sus campos energéticos dirigidos por la energía intelectual del "yo soy y pienso" del alma humana.

---

<sup>1</sup> Conferencia en la Univ. de Granada, en las Jornadas Técnicas de la Juventud, 9 de abril 1970.

El tema "la investigación física en la actualidad" requiere una información la más completa posible acerca de las obras que se realizan en los grandes centros experimentales de física y en los observatorio de astrofísica y, además, su explicación teórica, precisamente alrededor del años 1970. Desde luego, comprende también la programación del futuro y los antecedentes inmediatos y presupone el conocimiento global de la física moderna del siglo XX (para distinguirla de la anterior, llamada física clásica, a saber, la galileo-newtoniana). Para facilitar la orientación proponemos la división en - por lo menos - cuatro grupos de programas en los que se encuentra y gravita la investigación actual de la física. El espacio a disposición no permite dar un relato exhaustivo, sino, a lo sumo, un resumen representativo.

1. *La investigación experimental y teórica del mundo de las partículas elementales y de los núcleos atómicos compuestos de ellas.* Hasta el año 1932, la física tan sólo conocía tres tipos de partículas elementales: electrón o "quantum", elemental de la electricidad negativa - rayos catódicos: (Goldstein 1876)- el fotón o "quantum" de la luz y generalmente de los campos electromagnéticos (efecto fotoeléctrico: (Einstein 1905), o el protón o nucleón con carga eléctrica positiva (dispersión de núcleos de helio en láminas metálicas: (Rutherford 1913). Previstos y predichos por la teoría matemática quisieron en rápida sucesión los descubrimientos del neutrón o nucleón sin carga eléctrica (Chadwick 1932), del positrón o electrón con carga positiva (Anderson 1932, Blakett 1933, Joliot-Curie 1934), de los electrones pesados o myones (1937) y de los mesones pi o piones, los "quanta" de las interacciones fuertes en los campos nucleares (1947). A partir de 1952, empezaron a funcionar las grandes máquinas con el fin de acelerar partículas elementales hasta energías cinéticas de más de un Gev (1 giga-electrón-voltio = mil millones de electrón-voltio). A partir de los años 50, comienza a desarrollarse la física de las partículas elementales, llamada también física de las altísimas energías. Abarca dos ramas: En primer lugar, la investigación de los rayos cósmicos, donde en altitudes sólo alcanzables por loa técnica de los cohetes en la segunda mitad de nuestro siglo, se han encontrado partículas primarias

(sobre todo protones) con energías hasta 10 elevado a 10 Gev.

En segundo lugar, la investigación se concentra en los grandes aceleradores artificiales de partículas. Los mayores se han instalado en el centro europeo de investigación nuclear (FERN), cerca de Ginebra. Es un protón-sincrotón de 28 Gev, el primer acelerador de protones que usa el principio del "enfoque de gradiente alternante"; en Brookhaven, California, hasta 33 GEV, y, últimamente en Sérpukov, Rusia, para acelerar protones hasta 76 Gev, y que funcionará plenamente a partir de 1971.

El diámetro del círculo de los electro-imanés mide en este sincrotón más de 400 metros. Pero ya están proyectados aceleradores de más de 100 Gev, tanto en Europa (CERN) como en América. El fin de estas instalaciones gigantescas es la investigación totalmente pacífica y ha permitido el descubrimiento de más de 200 clases de partículas elementales, a veces con vida muy breve: los así llamados "estados excitados" o "resonancias". Pero no se han encontrado aún fracciones o divisiones de las partículas que consideramos elementales.

Éste último es el problema de las teorías para explicar el espectro de las partículas elementales.

Hay dos concepciones básicas: La primera, que le valió el premio Nobel de física al norteamericano Murray Gellmann en el año 1969, se basa en las armonías y simetrías parciales de los multipletes de partículas que pueden derivarse DE CIERTOS GRUPOS MATEMÁTICOS Y QUE HAN PERMITIDO LA PREDICCIÓN DE FUTUROS DESCUBRIMIENTOS EXPERIMENTALES, COMO EL HIPERÓN ÓMEGA EN 1964. La segunda es la TEORÍA UNIFICADORA de CAMPOS de las partículas elementales, que Werner Heisenberg (premio Nobel en 1932) ha publicado en el año 1967 y que concibe las partículas como singularidades de campos energéticos, cuya ley fundamental se expresa en una sola ecuación diferencial de spinors y matrices. La teoría espera sus verificaciones en los resultados experimentales de ahora y del futuro.

2. *La física del plasma.* El plasma son los núcleos totalmente ionizados (PRIVADOS DE SUS CAPAS ELECTRÓNICAS), como es el estado normal de la

"materia " interestelar (el 99 por 100 de la "materia" cósmica). Es la física de las altísimas temperaturas. Porque en condiciones de cientos de millones de grados de temperatura, como existen en el interior de las estrellas fijas, como el Sol, se produce espontáneamente la *fusión nuclear*, a saber, la transformación de hidrógeno en helio (junto con positrones y neutrinos), que es una reacción extremadamente exotérmica, con liberación de 25 millones de electro-voltios por cada núcleo de helio formado por la fusión de 4 protones, y la fuente de la inmensa energía irradiada del sol, del que viven todas las creaturas de la tierra. Desgraciadamente, este gran invento de la física o química nuclear (Hans Bethe y Carl Friedrich von Weizsäcker desde 1936) fue aplicado técnicamente en la bomba de hidrógeno.

Si la ciencia humana lograra "domesticar" este ciclo de hidrógeno-helio y ofrecerlo al problema de la producción y suministro de la energía eléctrica (la más necesitada por el hombre de hoy y del futuro), se habría solucionado indefinidamente, porque el agua como combustible la tenemos a disposición en grandes cantidades casi inagotables en los océanos del mundo, mientras que las fuentes de energía eléctrica usadas hasta la actualidad, a saber la hidráulica, la térmica (vapor de agua) y la nuclear (fisión de uranio, descubierta en 1939 por Otto Hahn y Fritz Strassmann, o de plutonio) se agotarán dentro de un plazo determinado y previsible de la vida humana. Existen ya progresos avanzados tanto en los programas de desarrollo de los generadores magnetohidráulicos, donde partes de las energías del plasma excitado hasta altas temperaturas se transformarán directamente en energía eléctrica, como en el desarrollo de los reactores termonucleares, que exigen temperaturas mucho más elevadas (hasta 10 elevado a 9 grados Kelvin), pero que prometen una economía energética de bastante mayor aprovechamiento. En una importante conferencia pronunciada a fines del año 1969 por el actual presidente de la Sociedad Física de Alemania, el Dr. Karl Ganzhorn, presidente también de la empresa IBM de Alemania, ha dicho que los problemas energéticos en esta tierra muy probablemente ya se habrían resuelto, si no se hubiera desviado el interés público a los cohetes a la luna, con sus gastos millonarios de miles de millones de dólares y sin ningún provecho para

la humanidad.. Es un consuelo saber que las investigaciones iniciadas en Alemania (reactor de Garching, cerca de Munich en la montaña de Wendelstein) y en otros países (experimentos con los aparatos "Tohomak" en el instituto Kuchatov de Moscú) siguen progresando.

3. *La ciencia electrónica.* Puedo ser breve mostrando la base de muchas explicaciones técnicas de comunicación y computación, porque es el tema de la conferencia del Dr. Gerardo Pardo Sánchez. Es uno de los temas más interesantes de la física actual. Prendamos tan sólo en la explicación de los superfluidos y la superconductibilidad por la física estadística.

Vale mencionar al respecto los fenómenos del MASER (Microwave Amplification through Stimulated Emission of Radiation) y del LASER (Light Amplification...), porque este fenómeno de intensísimas amplificaciones de microondas y de rayos luminosos se debe a procesos electrónicos, cuyas estadísticas - por estar más electrones más excitados que en estados básicos- puede describirse introduciendo el concepto de temperaturas negativas. Últimamente, en abril de 1970, se ha logrado en USA construir un emisor continuo capaz de producir rayos coherentes de Láser hasta 60 kilovatios.

4. *La física del cosmos o astrofísica.* Esta física se sirve hoy de nuevos métodos electroscópicos y radiométricos y que ya puede penetrar -con la ayuda de telescopios gigantescos (refractores de espejos hasta cinco metros de diámetro, en Monte Palomar y en Mount Wilson en California- casi hasta los confines del mundo, cuyo diámetro se calcula hoy día en aproximadamente diez mil millones de años luz. En los últimos años se han descubierto objetos estelares totalmente distintos de los ya conocidos y que se han denominado "Quasares" (= quasi stellar objects) y "Pulsares".El desplazamiento de los rayos espectrales emitidos por quásares permite nuevas conclusiones acerca de la extensión y expansión del universo (finito en espacio y tiempo: Hans Schmidt, Bonn, 1965), mientras que los Pulsares -que emiten señales de ondas de radio intermitentes- pueden ser las fuentes de las fuertes ondas de radiación gravitatoria que ha hecho constar J. Weber (*Pysik. Rev. Lett.* 22, 1320, año 1969). La gravitación es el último

enigma después de la investigación de los campos materiales (las partículas "fermiones") y de los campos electromagnéticos (las partículas bosones). El gran programa del futuro es, pues, una unión entre la física elemental y la física cósmica.

Antes de terminar quisiera llamar la atención sobre dos hechos que me parecen sintomáticos para caracterizar la ciencia actual. En primer lugar, es la necesidad de la colaboración del trabajo en equipo internacional, del *espíritu cosmopolita*, como existe en los centros como FERN (Ginebra y Trieste, Instituto Internacional de Física teórica). Es indispensable también la colaboración entre las universidades y la industria privada, cuyos impulsos necesita la universidad.

En segundo lugar, es el alto valor de conocimiento de la ciencia, que revelan el orden, la armonía y simetría que determina el mundo, y que abren muchas nuevas perspectivas a la meditación filosófica sobre la persona espiritual y sus últimas preguntas, que buscan la verdad perenne y eterna que es la asíntota de la investigación científica.