

CATADURA DEL MUNDO DE AQUI AL 2000

LA SINTESIS DE LAS MODERNAS CIENCIAS NATURALES Y LA TECNICA DE HOY

En los comentarios de los doctos en ciencias del espíritu sobre la ciencia natural moderna, sobre la técnica que ha engendrado y su valor educativo, se insiste, más cada día, deplorándolo con vehemencia, en lo inabarcable que ha llegado a ser la ciencia natural de nuestro tiempo y cómo va dispersándose, sin tope, en nuevas disciplinas especializadas de las distintas esferas que para los propios hombres de ciencia no son comprensibles ya. No es raro que ellos mismos lamenten esta hipertrofia de la especialización.

¿Toca tal aserto realmente la entraña de la evolución actual? ¿O va abriéndose camino al margen de toda especialización una síntesis basada en el influjo de la física atómica, fundamento generador de todas las ciencias naturales? Naturalmente que es un hecho que con la enorme y creciente magnitud de las ciencias naturales en todas sus esferas la investigación se especializa más cada día y que los distintos resultados y su valor de prueba sólo para cada vez más reducidos círculos de expertos son comprensibles. Sin embargo, a continuación intentaremos demostrar hasta qué punto, como una consecuencia de los conocimientos de la física atómica, las ciencias naturales, en las últimas décadas, desde esferas de hechos en último término incomprensibles, evolucionan en el sentido de una síntesis reducible a unos pocos fundamentos y por tal modo explicable y esclarecedora, con el carácter de ciencia total. Si consideramos en retrospectión las ciencias naturales de hace medio siglo, más o menos, comprobaremos que constaban de una enorme plétora de esferas del saber en apariencia inconexas (física, química, mineralogía, astronomía, biología, etc.), constanding a su vez cada una de estas esferas de una plétora de hechos que había sencillamente que registrar, pero sin comprenderlo. Con bastante hipérbolo podría decirse que el "porqué" quedó a menudo sin respuesta. Veamos algunos ejemplos, de la física por lo pronto.

¿Por qué se dilatan todos los cuerpos sólidos con la elevación de la temperatura, mientras la goma se contrae? ¿Por qué todos los metales son plásticamente moldeables, opacos y conductores de la electricidad y el calor, mientras el cristal, el cuarzo y el diamante son duros, quebradizos y transparentes y aislantes del calor y la electricidad? ¿Por qué es la luz roja químicamente menos activa que la azul? ¿Por qué broncea la luz ultravioleta, por qué penetran la materia los rayos Röntgen y por qué es la radiación gamma tan peligrosa? Todas éstas son cuestiones que hace medio siglo eran conocidas como hechos, pero que no tenían explicación.

Algo parecido ocurría en química. ¿Por qué consta nuestro mundo material de 90 elementos y cómo se han generado? ¿Por qué hay una molécula H_2 y ninguna

por el prof. W. FINKELNBURG

H₂ y hay una O₂ y una O₃? Por qué reaccionan entre sí determinados elementos en determinadas magnitudes, otros elementos en otras magnitudes y otros, a su vez, como los gases nobles, nada en absoluto?

Veamos la astronomía. ¿Cómo es posible que el sol y las estrellas fijas desde hace muchos millones de años por lo menos, desde hace mucho más tiempo probablemente, irradian tan grandes magnitudes constantes de energía? ¿Por qué hay gigantes rojos y blancos? ¿Cómo es posible que hayan pigmeas blancas más de mil veces más densas que la más densa materia terrestre? ¿Cómo se generan las estrellas fijas y por qué hay estrellas de claridad cambiante y las explosiones estelares conocidas como novas y supernovas? ¿Cómo es posible la conexión entre las manchas solares y nuestro tiempo atmosférico, así como con el campo magnético de la tierra?

Y un último ejemplo, esta vez de la biología. ¿Cómo grandes moléculas de albúmina, de estructura homogénea en lo esencial, de sólo cinco distintas clases de átomos, los genes, pueden contener tan enorme pléthora de características hereditarias individuales y transmitir las, por ejemplo, desde el mínimo óvulo de la mariposa a la nueva mariposa a través de la oruga y la crisálida?

Consideremos, frente a esta situación —conscientemente simplificada, desde luego— de las ciencias naturales de hace más o menos medio siglo, de estado actual. La física, la química, la astronomía, la biología, la cristalografía, la mineralogía, la geología, todas las ramas, en fin, de las ciencias naturales que se aplican al estudio de nuestro mundo material, han encontrado su común fundamento en la física atómica. Sabemos hoy que en último término todo el acaecer de nuestro mundo material, desde el devenir y fenecer de las estrellas fijas en el universo hasta el color de una piedra preciosa o el desarrollo de la mariposa de la en apariencia homogénea gotícula de albúmina del óvulo, depende de las cualidades de sólo unos 100 distintos átomos y a su vez éstos de las cualidades de sólo tres partículas elementales que los estructuran: el protón positivo, el neutrón y el electrón negativo. Consideremos ahora nuevamente algunos ejemplos que nos evidencian la evolución de las ciencias naturales en este medio siglo como demostración de que la pregunta del "porqué", por lo menos en lo fundamental, puede ser contestada.

La estructura del núcleo del átomo sobre la base de los protones positivos y los neutrones eléctricamente neutrales y la acción conjunta de estas partículas elementales con su energía operante —conocida en lo fundamental por lo menos— explica por qué hay unos 100 átomos distintos y no puede haber muchos más. La misma física nuclear explica también por qué reacciones nucleares es suministrada la energía irradiada cons-

tantemente por el sol y las estrellas fijas, cómo se forman éstas del gas hidrógeno interestelar y qué trayecto de vida pueden emprender, incluso las explosiones novas. Del modo más impresionante establece esta esfera de la astronucleónica el nexo que va del núcleo atómico de más inverosímil pequeñez a la evolución del universo mismo.

De los núcleos atómicos pasamos a los átomos, si observamos los electrones negativos en rotación alrededor de los núcleos positivos, cuyo número es idéntico al de los protones en el núcleo, de modo que el átomo, como conjunto, parece neutral eléctricamente. La estructura y la ordenación de estas envolturas electrónicas de los átomos determinan sus distintas cualidades, el flujo de su energía sobre otros átomos, la irradiación y la absorción de la luz y muchas otras cosas. El enorme material de hechos de la química, con la distinta aptitud de reacción de los distintos átomos, desde los más agresivos elementos como el flúor, hasta los gases nobles, que rechazan toda combinación con otros átomos, se explica por la estructura de las envolturas electrónicas de estos átomos, incluso puede predecirse, con absoluta seguridad para un átomo determinado. Por tal manera, ha llegado a convertirse la física atómica, en fundamento teórico de la química, desarrollándose sobre esta base la rama científica —florecente sobre todo en Norteamérica— de la química teórica. Aquí puede de nuevo establecerse el nexo con otras ciencias afines. Como los electrones giran en torno del núcleo a gran distancia, por medio de una presión exterior suficiente los átomos pueden ser literalmente aplastados y esto es justamente lo que ocurre con las estrellas fijas conocidas por pigmeas blancas de máxima densidad, cuyas cualidades sólo podrán comprenderse por el hecho de que precisamente los átomos aplastados en un volumen mucho menor acarreen una densidad mucho mayor que los átomos corrientes.

También a los problemas fundamentales de la biología les llega una luz esclarecedora desde la física atómica. Watson y Crick —Premio Nobel 1962— han podido explicar en pormenor la estructura de las mencionadas grandes moléculas de los genes y han hecho el sensacional descubrimiento de que estas moléculas constan, ciertamente, de muy pocos grupos moleculares distintos, a veces idénticos, pero que su orden sucesivo en las largas moléculas espirales contiene la información sobre las cualidades hereditarias de modo parecido a como en las tarjetas perforadas o las cintas magnéticas de nuestros computadores por el orden sucesivo de los orificios o de los polos norte y sur puede archivarse toda información deseada.

Las energías, que son consecuencia de la ordenación de las envolturas electrónicas de los átomos, explican tam-

¿cómo están ligadas entre sí las enormes cantidades de átomos que conocemos como cuerpos sólidos. Estas fuerzas operantes de unos átomos sobre otros explican también en último término las cualidades, tan diversas, de los cuerpos sólidos. La dilatación calórica de los cuerpos sólidos normales es consecuencia natural del aumento de las oscilaciones recíprocas, provocadas por la temperatura, de los átomos del cuerpo sólido, así como el contraerse de la goma con el aumento de la temperatura se sigue del tipo especial de su estructura de cadenas angulares de moléculas. Si los átomos de un sólido están unidos entre sí por nexos rígidos, como ocurre con el diamante, de este modo de vínculo se sigue el que estos sólidos sean duros y quebradizos y no plásticamente moldeables, pues estos nexos electrónicos impiden un recíproco desplazamiento de los átomos hasta que son rotos y con ellos el cristal. Como los electrones de estos cristales están espacialmente ordenados en nexos rígidos, no pueden tampoco conducir la corriente eléctrica dichos sólidos, pues esto sólo están en condiciones de hacerlo electrones móviles. Por el mismo motivo son estas materias aisladoras del calor y —lo que aquí no puede ser demostrado en detalle— transparentes. En los metales, por el contrario, pocos electrones de cada átomo deben ligar un gran número de átomos vecinos y lo hacen girando en torno de su átomo, formando nexos de cambio frecuente, por decirlo así, con los átomos vecinos. Debido a esta variabilidad de los vínculos, son aquí posibles, sin más, desplazamientos recíprocos de los átomos: los metales son, así, flexibles, plásticamente maleables. Como estos electrones del metal no están tópicamente vinculados pueden correrse también a un campo eléctrico, con lo que tenemos la explicación de la conductibilidad eléctrica de todos los metales. De esta movilidad de los electrones depende también la conductibilidad para el calor y la opacidad de los metales. De la estructura de las envolturas electrónicas de los átomos se sigue igualmente el especial comportamiento de los sólidos semiconductores, tan importantes hoy para la técnica, y fundamentalmente, también todos los fenómenos de la cristalografía, de la mineralogía y, finalmente, de la geología.

Por esta breve visión de conjunto podrá darse cuenta el lector de la grandiosa rotundidad con que se desarrolla esta síntesis de todas las ciencias naturales a pesar de los innumerables detalles no explicados y de la necesaria investigación especializada. Podemos, pues, comprobar con satisfacción, que nos encontramos de nuevo en el camino de una ciencia natural. Viva demostración de esta unidad incipiente son los grupos de trabajo constituidos por científicos de distintas disciplinas, con la colaboración de físicos nucleares y astrónomos, o mecánicos cuánticos, químicos y biólogos o físicos ató-

micos e ingenieros de todas las secciones. Numerosos ejemplos demuestran cómo estos contactos entre las distintas ciencias, antes encapsuladas, han acarreado para ellas nuevos impulsos. En parte, se han formado ya zonas intermedias de colaboración o están camino de constituirse: la astrofísica, la biofísica, la químico-física, la geofísica y la biología molecular son ejemplos de ello.

Esta comunidad del fundamento atómico-físico que se observa hasta en la explicación de fenómenos singulares, nos parece característica de la "moderna" ciencia natural, la de nuestros días y como decisiva hazaña espiritual de nuestro siglo debe interesar también a los no doctos en los problemas de la ciencia y debe también ser estímulo para la consideración de las cuestiones filosóficas que esta evolución plantea.

Pero no sólo las ciencias del espíritu son requeridas por la nueva ciencia natural, con su imagen del mundo con unidad básica, para la consideración de los fundamentos y límites desde el punto de vista de la teoría del conocimiento, sino también la técnica surgida de la ciencia natural y por ella misma transformada y adoc-trinada.

Simplificando mucho nuevamente podría, decirse que la mayor parte de la antigua técnica era, esencialmente, artesanía mecanizada y automatizada. Sirvan de ejemplos la forja de prensa y los motores, que reemplazaron al brazo que blandía el martillo y a los caballos. Frente a esto, la técnica de hoy se esfuerza, en creciente medida, en servirse de los resultados de la investigación científica, de la física atómica especialmente, para la solución de nuevos problemas, sencillamente insolubles para la antigua técnica. Ya sólo para captar la posibilidades de la aplicación técnica de los nuevos resultados de la investigación pura, se necesita al científico o al todavía ingeniero docto en problemas científicos.

Son aquí ejemplos elocuentes los generadores atómicos basados en el fenómeno submicroscópico de la fisión nuclear, la electrotécnica del transistor, la plétora de nuevas materias sintéticas, la automatización por medio de autómatas electrónicos, la transformación directa del calor en energía eléctrica como resultado de los estudios sobre la descarga de gases y finalmente los innumerables microelementos basados en efectos atómicos, sin los que la técnica de los satélites, por ejemplo, sería imposible. Con esto puede tenerse ya una idea de lo que hoy se exige al ingeniero y a su capacidad de rápida concepción, si ha de ser capaz de establecer prácticamente el nexo entre la teoría atómica y la técnica en todas sus ramificaciones y si se piensa en la necesidad de adaptarse, en el curso de su vida profesional, a los rápidos avances y cambios en la esfera científico-técnica, incluso debiendo poseer aptitud para

aplicarlos con espíritu creador. Se insinúa ya aquí una nueva fisonomía de la profesión, cuyos cometidos estarían a cargo del ingeniero de la más concienzuda formación científica o del —tipo más raro aún— del científico técnicamente productivo. En unos países más ágilmente que en otros, el científico industrial ha rebasado su antigua actividad exclusiva, recludo en el laboratorio de investigación, para intervenir en la evolución práctica, incluso en la manufactura. Y en creciente medida se ha hecho indispensable para la planificación a largo plazo.

Esta estrecha colaboración del científico y el ingeniero se revela tanto más importante cuanto más se basa la nueva técnica en el aprovechamiento de los efectos atómicos de la estructura fina de la materia. Se ve claro esto en la técnica nuclear donde las reacciones de fisura provocada por los neutrones en el núcleo del uranio condujeron directamente al generador, algo realmente sinietro para el ingeniero de vieja escuela lego en microfísica, ya que nuestros sentidos son ciegos para la irradiación nuclear. Ocurre así que el ingeniero que trabaja en las plantas de energía nuclear no tiene la menor idea de si éstas funcionarán. Al cabo construye y realiza lo que el físico cree posible por puro cálculo. También en la electrotécnica empieza ya a insinuarse la tendencia a pasar de lo mecánico a lo atómico. Las grandes máquinas eléctricas, mecánicamente impulsadas, mantienen aún su predominio. Sin embargo, el generador magnetohidrodinámico o la termoelectrónica demuestran que la transformación del calor en energía eléctrica puede confiarse también a partículas atómicas móviles, como electrones e iones. También los relays electromecánicos, que tan fácilmente se desarreglan, son reemplazados, más cada día, por elementos sin contacto, en los que los cambios se confían a electrones. El avance de la electrotécnica de los semiconductores es característica de esta evolución de lo mecánico a lo electrónico.

En estos nuevos elementos se basa también toda la técnica de la transmisión de noticias, de cuyas maravillas el lego no tiene la menor idea cuando comunica, a su elección, desde su teléfono, a largas distancias, incluso, con ligera ayuda manual, con el barco que navega por lejanos mares. Que muchos miles de diálogos simultáneos sean hoy posibles a través de un solo hilo, que, sin intervención humana, la automática electiva encuentre, entre otras muchas posibles, la mejor vía, que, también automáticamente, calcule el costo de la llamada y lo registre, que existan hoy centrales telefónicas totalmente automáticas que revisan ininterrumpidamente su propia instalación, avisando las averías a una central, todo esto, sin los elementos basados en proce-

dos específicamente atómicos, sería tan imposible como la televisión de continente a continente a través del Telstar.

Con esto puede decirse que ingresamos ya en la técnica espacial. La irradiación del sol pone en movimiento los electrones de las células solares de los semiconductores que cargan las baterías del satélite y suministran corriente a su emisor y receptor. Los navíos del espacio, impulsados todavía por igneos rayos generados químicamente, acaso sean impulsados mañana por rayos atómicos o iónicos, cubriendo las crecientes necesidades de a bordo con energía nuclear. Nos encontramos aquí también, nuevamente, en el tránsito de lo convencional a lo atómico.

En la misma evolución se incluye, finalmente, la automatización de todos los servicios, funciones y procesos de la fabricación y organización por medio de máquinas digitales de cálculo y por la actual automática de regulación, donde, en todos los casos, se emplean nuevamente elementos atómicos para el cumplimiento de los cometidos. La comparación del calculador digital aquí en acción con el cerebro humano, ¿es, realmente, tan equivocada como a menudo se pretende? Al cabo, también, el cerebro infantil tiene que aprender a contar y sabemos que las modernas máquinas pueden elegir entre varias posibilidades y comprobar si han elegido bien. Claro que no pueden trabajar con designio creador, no pueden alegrarse, ni reaccionar emocionalmente. Pero temo que su ratio pueda superar a la nuestra. Nos aventajan en saber encontrar lo mejor y decidir con más seguridad y pronto podrán construir más rápidamente y dirigir por lo menos industrias sencillas. Aprenderán en el futuro el lenguaje de otras máquinas, constituyendo teams.

Sin más ejemplos, nos damos clara cuenta de que la incipiente síntesis de las ciencias naturales encuentra su réplica en una técnica que aplica sus resultados más conscientemente cada día, basándose en los mismos fundamentos.

La comparación del estado de la ciencia natural y la técnica en los años 1940, 1950 y 1960 evidencia la inaudita celeridad de su desarrollo por una investigación dueña de su rumbo y la rauda aplicación de sus resultados por la técnica. Podemos imaginar qué catástrofe tendrá el mundo en 1970 o 1980, incluso el año dos mil. ¿Podrá el ser humano gobernar el timón de evolución semejante? Sólo por una alta universidad de hombres del espíritu podrá lograrlo, si lo ha de conseguir de algún modo. Estimular la reflexión sobre el tema es el objeto de esta información.