

Occidente. Estamos seguros de que no se avecina ningún «fin del mundo», que justifique terrores análogos a los que surgieron en Europa pronto hará un milenio. Pero los aportes de todo orden originarios de culturas dormidas en el remanso de aislamientos multiseculares y de pueblos que entran en la vida internacional llenos del vigor y la inexperiencia de toda juventud, ensancharán indudablemente en un futuro no lejano las mentes de los hombres, que, entonces «crecidas», empezarán a considerar las civilizaciones de cada continente como embrionarias y recalitrantes «culturas provincianas».

Metodología y organización

LA CIENCIA Y LA COMPRESION DEL MUNDO CONTEMPORANEO

POR ANTONIO J. ONIEVA

Si el hombre de la época precientífica se veía anonadado por los fenómenos del Cosmos fácilmente se comprende que era por una razón acientífica. Ante un volcán no ponía el interrogante de su duda, sino la superna realidad de un dios. En cambio, el hombre contemporáneo, que ha llegado con sus cálculos a lejanías insondables, no siente turbación ninguna, porque sabe que aun lo más inaccesible está regido por una ley que no tardará en descifrar. El hombre científico de hoy no es ningún Prometeo que pretenda osadamente arrebatarse el fuego del Olimpo; sabe, en cambio, que Dios le ha entregado el mundo para que lo dispute, es decir, para que desvele sus interrogantes.

La gran convulsión científica tuvo lugar a partir de Galileo, el hombre genial que sometió los fenómenos del Cosmos a medida y ley. Huyó de las consideraciones acientíficas para establecer que cualquiera de aquéllos sólo sería conocido y suficientemente explicado cuando se sometiera a la pura realidad matemática. A partir de entonces se crea la ciencia moderna en el ámbito de la Física. ¿Qué es comprender un problema? Es determinar (rodearlo de diosillos *Términus*), acotarlo, limitarlo y captarlo en su específica individualidad. Y luego unificarlo con todos los demás de semejante estirpe. Situar frente a los fenómenos (pluralidad) el principio explicativo (unidad) es el paradigma de la ciencia, ya previsto por Tales de Mileto. Este dijo: "Todas las cosas son agua". Hoy decimos: "Todas las cosas son energía". El fundamento lógico es el mismo: frente a la pluralidad la unidad.

Pasan los siglos y se produce una nueva convulsión científica. Ahora la provoca un maestro de escuela: Dalton. Sobre la base de que en cualquier parte de materia, por ínfima que sea, subsisten dos electricidades contrapuestas (+ y -),

llega a la conclusión de que el átomo no es simple ni indiviso, sino de que contiene dos soporres materiales de las dos clases de electricidades. Y la palabra *átomos*, no división, es insertible, aunque se la conserve por razones históricas y no científicas. Y, sobre ese supuesto, los Rutherford, Bohr, etc., harán sus modelos atómicos más o menos complicados.

Pero no basta: los potentes ecuatoriales de hoy miden, con el auxilio del cálculo, las distancias que nos separan de las lejanísimas galaxias con la unidad del "año-luz", y mediante el espectroscopio obtienen su composición química. Y Einstein lanza su hipótesis de la relatividad general en un complejo espacio-tiempo, o sea, en un espacio de cuatro dimensiones.

No obstante, repetimos, el hombre científico no se siente abrumado por el volumen y calidad de los nuevos problemas, que poco a poco va dominando. Pero ¿y el hombre corriente, el de cultura media, aquel con el cual ordinariamente vivimos?

Vivimos y nos movemos en un mundo de proporciones medias en que todo está claro y a la vista. La materia es continua, la superficie de un estanque tranquilo es perfectamente tersa, los tres ángulos de un triángulo miden 180 grados, la luz es específicamente luz, una cosa es la materia y otra la energía, etc. Todo esto lo admitimos y nos parece cierto. Pero, apenas nos trasladamos del mundo de las proporciones medias al de las proporciones extremas, aquellas supuestas certezas se vienen abajo, o sea, la materia es discontinua, la superficie del estanque no es tersa, sino que está en permanente hervor; los tres ángulos de un triángulo jamás pueden valer 180 grados, la luz no es sino una manifestación de la electricidad, la materia y la energía son una sola y misma cosa... Es más: ya no existe lo grande y lo pequeño, porque ya la proporción

media, que es el hombre mismo, no sirve como escala de medida. El mundo del átomo es tan complicado como el mundo del Universo, es decir, que o los dos son Universos o los dos átomos.

La revolución que al mundo de la Física trajo la ley cuántica de Max Planck sigue derivando insospechadas consecuencias. La energía se manifiesta por *cuántos* discontinuos, lo que quiere decir que no es un chorro continuo, sino que tiene naturaleza granular de valores 1, 2, 3, 4, etc., pero no de valores intermedios, porque entonces llegaríamos al infinito pequeño, que por naturaleza no tiene límites. Esta hipótesis fue una revelación para Einstein, quien llegó a determinar el *fotón* o unidad cuántica de luz, con lo que, aunque con distinto giro, vino a dar la razón a la hipótesis corpuscular de Newton, rechazada por Huygens y Young. Y que no fue determinación falsa lo prueba el descubrimiento subsiguiente de la célula fotoeléctrica.

A un hombre que no sabe salir conceptualmente del mundo de las proporciones medias le será difícil comprender que su cabeza no esté materialmente unida a su cuello. Y, sin embargo, la realidad de la materia discontinua niega esa unión. Un hilo de suficiente delgadez podría atravesar nuestro cuello sin enterarnos. Pero ese hilo existe. Las ondas hertzianas, de naturaleza granular, nos lo están atravesando continuamente sin que de ello nos demos cuenta.

Pero el gran problema actual es el de la identificación de la materia y la energía. Sabemos que la materia se desintegra en energía, y que, a medida que ésta se crea, aquélla desaparece. Entonces ¿la materia es la energía condensada? ¿O la energía es la materia disgregada? ¿Aquélla ley de la conservación de la materia y la de la energía habrá de darse por no válida? ¿Habrá que superarla diciendo que la suma de la materia y la energía es constante?

Para Rutherford y Bohr la materia no existe. No hay sino energía eléctrica. En el átomo no hay sino un núcleo formado de cargas positivas de electricidad y de una corteza formada por núcleos de cargas negativas. No importa que Schrödinger diga que la masa electrónica no es sino un campo electromagnético en el que se condensan paquetes de energía, que equivaldrían, *grosso modo*, a los supuestos electrones. El verdadero problema lo planteó el príncipe De Broglie al exponer su hipótesis del corpúsculo-onda, con lo que se concilian los supuestos de Newton y de Huygens. Para este físico francés hay en el electrón un substrato material, un corpúsculo, que camina conducido por una carga eléctrica, una onda; lo que demuestra con un aparato matemático que no es de este artículo, de mera divulgación.

¿Se trata de una mera conciliación ecléctica, un modo de dar la razón a todos? Esto no lo admite el científico de solución unilateral: o es corpúsculo o es onda. Sobre la onda del estan-

que flota el corcho, que es conducido transversalmente mientras la onda corre longitudinalmente. Pero esto es quedarse en el mundo de las proporciones medias y no en el de las extremas, donde todo es distinto.

El átomo es complejísimo. El modelo atómico de Rutherford ha quedado anticuado. Ahora en el núcleo no hay sólo protones positivos, sino también negativos, y neutrones y positrones..., todo lo que va revelando el espectroscopio con técnicas cada vez más afinadas. Y si a esto se une, además, la posibilidad de los substratos materiales o corpusculares, entonces la complicación aumenta y la captación de la verdad se hace casi imposible.

Pero había de venir el final, en el cual estamos: la ley de indeterminación de Heisenberg. Este físico alemán, apoyándose en la "teoría de las matrices" de Cayley, fundamentó su nueva teoría de la mecánica de los "cuanta". Cayley sustituyó los números por conjuntos, a los que llamó "matrices", que procuró asimilarlas a los números ordinarios, pero se encontró con que en ellas fracasaba la teoría de la multiplicación conmutativa, o sea que el producto de la matriz A por la matriz B no daba el mismo resultado que el de la matriz B por la matriz A. Y éste fue el rayo de luz que iluminó a Heisenberg. O sea, no es posible medir *simultáneamente* dos variables. Dice el físico de Leipzig: es posible conocer la posición de un electrón en la corteza atómica, pero no su velocidad, y es posible conocer la velocidad, pero no su posición. Una cosa o la otra, pero no las dos a la vez.

Ahora bien, ¿qué sucede cuando, por un cambio de frecuencia, se derrumba un electrón en otra órbita inferior o en el núcleo? Que cambia la naturaleza del átomo, o sea, de la materia. ¿A qué ley obedece esa caída, que es una transmutación? No se sabe. Entonces lo que se ha llamado *ondulación mecánica* no es nada concreto; no es sino una ley de probabilidad y no de causalidad. Nos hemos sumergido, pues, en la física estadística: en tales circunstancias es *probable* que tal electrón, al perder velocidad (léase frecuencia), salga de su órbita; en tales otras, no.

Entonces, ¿se desvanece toda la Física, fundamentada en la ley de la causalidad? No es de creer. El calor (efecto) nos delata la combustión (causa). Pero en el mundo de los extremos parece cierta la ley de probabilidad.

Con todo, aun dentro de la probabilidad hay una cierta ley de exactitud. Si arrojamus sobre la mesa un dado de seis caras lo mismo puede salir un número que otro. La probabilidad de que salga está en la proporción de 1 a 6. De modo que en seis tiradas puede salir, por ejemplo, un solo 3. Tal vez no salga ni en diez tiradas. Pero en unos millones de tiradas el 3 habrá salido, poco más o menos, tantas veces como el 5 o el 4. De modo que en una ley estadística que trabaje

sobre grandes números la ley de probabilidad se aproxima a una ley de exactitud. Y esto es lo que seguramente ocurre en los millones de fenómenos que diariamente tienen lugar en la materia.

En resumen, la comprensión del mundo contemporáneo respecto de la ciencia física, que es la que en este temario interesa, se hace sobre enormes cálculos matemáticos, dando la razón a Galileo de que un fenómeno sólo es comprendido cuando ha sido medido. Decía él que veía el Universo escrito en forma matemática. Lo mismo podría decirse del mundo de lo pequeño. La microfísica se ha convertido en matemática, y la intuición es la forma primera de captarlo; luego la experiencia confirma o invalida la realidad intuida.

Todo lo dicho ¿puede tener trasunto inmedia-

to a la escuela? No. Pero conviene que el Maestro lo conozca y sepa los límites en que hoy se mueve el mundo de la Física, porque cuando se sabe lo más se acierta mejor en lo menos. Y como la ciencia avanza y la escuela, entretanto, no puede ni debe permanecer estancada, ciertas insinuaciones, ciertas alusiones, las de más fácil comprensión, pueden ser deslizadas por el Maestro, siquiera para asomar a sus discípulos al mundo nuevo que se va fraguando, en el cual el vivir "alerta" será una de las más esenciales consideraciones.

"Alerta", sí; porque el hombre contemporáneo, a fuerza de progreso científico, se está fabricando su propia jaula de la que no podrá evadirse, como no sea después de una meditación profunda que impida la gran conflagración que amenaza con producirse.

Horizonte

IDEA DE NUESTRA GALAXIA

Por FRAY JUAN ZARCO DE GEA, O. F. M.

Uno de los objetos que más llama la atención del observador al contemplar el cielo es, a no dudarlo, esa faja irregular de nubes de estrellas, llamada *Vía Láctea* o *Camino de Santiago*, y modernamente *Galaxia*, que cruza enteramente la esfera celeste. Teniendo en cuenta que la *Vía Láctea*, en su línea media, sigue un círculo máximo de la esfera celeste, se saca la conclusión de que nuestro sistema solar se halla situado sensiblemente en el plano de la misma. La distancia del centro de la periferia de esa inmensa faja estelar se calcula en unos ciento cincuenta mil años de luz.

Examinada con el telescopio la *Vía Láctea* se advierte, desde luego, que esas aparentes nubes forman en sí mismas inmensos grupos estelares, en los que las estrellas pueden contarse por centenares de miles y hasta por millones; a veces estas nubes se presentan dispersas o desgajadas, como sucede principalmente hacia la constelación del Sagitario.

La *Vía Láctea*, en su porción media, forma un círculo máximo, que define el plano fundamental del sistema de coordenadas galácticas, el más apropiado para el estudio del Universo estelar, que son longitud y latitud galácticas; el polo Norte de este círculo galáctico se halla en la constelación de la Cabellera de Berenice. La *Vía Láctea* es atravesada, a veces, por unos a manera de surcos negros de trazado irregular y sin estrellas; las regiones más definidas de estos sur-

cos se llaman "sacos de carbón", los más notables de los cuales son el de la Cruz del Sur y el de la constelación del Cisne, producidos, a lo que se cree, por masas de gases o de polvo interpuestos entre la *Vía Láctea* y nosotros.

Considerada en su conjunto la *Vía Láctea* con los demás astros relacionados con ella, se saca la conclusión de que el "Universo galáctico" es una inmensa agrupación sideral de forma lenticular, pero probablemente condensada hacia la periferia, que le da un aspecto anular. Con todo, no pocos astrónomos suponen que ese cinturón de nebulosas laterales son, en realidad, las ramas de una nebulosa espiral que nosotros vemos de canto; en otros términos, según esta concepción, la *Vía Láctea* sería una de tantas nebulosas espirales.

Tratando de la *Vía Láctea* no pueden omitirse las famosas "Nubes de Magallanes", situadas no lejos del polo Sur, y que, según todas las apariencias, forman un universo propio en el inmenso organismo de la *Vía Láctea*. Dos son estas nubes: la Gran Nube de Magallanes, en la constelación del Dorado, y la Pequeña Nube de Magallanes, en la constelación del Tucán. Los astros que en su seno figuran pertenecen a casi todos los modelos de condensaciones cósmicas como estrellas variables, nebulosas resolubles e irresolubles en número de 278, nebulosas globulares y nebulosas oscuras, todo ello en revuelto informe sin señal alguna de simetría.