

CAUSAS INVISIBLES DE LO VISIBLE *

En torno a la teoría científica de la ciencia sensorial

El tema de mi modesta comunicación "Causas invisibles de lo visible" puede sonar algo misterioso e incluso místico. Todo lo contrario es mi intención concreta y real: Quiero indicar un rasgo fundamental, muy lógico, sencillo y natural, en las bases de la investigación científica del siglo XX. Se trata del descubrimiento de los *campos energéticos*, que representan las causas Invisibles de efectos físicos observables.

Hasta ahora, conocemos tres tipos diferentes de tales campos energéticos. En el orden del tiempo de su hallazgo podemos citar:

Primero: El *campo electromagnético*.

Segundo: El *campo gravitatorio*.

Tercero: El campo material.

En el orden sistemático, cosmológico y cosmogónico, el campo electromagnético mantiene su primer rango; porque sin él no sería posible un mundo coherente y perceptible, y además, la energía electromagnética es capaz de producir pares de partículas materiales (la equivocadamente llamada "materia" y "antimateria"). Pero en este mismo orden físico-ontológico, el campo material antecede al campo gravitatorio, porque fuerzas de gravitación sólo salen de interacciones entre cuerpos materiales. El campo electromagnético - la composición dinámica de los campos estáticos, el magnético y el eléctrico - es conocido ya desde los años 30 del siglo pasado, gracias al genio del químico y físico inglés Miquel FARADAY (1791-1867); y recibió su teoría matemática - de bellísimas simetrías - en los años 60 del siglo XIX, por el también inglés James Clerk MAXWELL (1831-1879). Pero hasta ahora, el año 1978, aun no sabemos con exactitud cuáles son las estructuras microfísicas de los campos electromagnéticos; porque la electrodinámica cuántica - cuya primera elaboración valió el premio Nobel a los físicos americanos Richard P. FEYNMAN y Julian SCHWINGER y al físico japonés Sin-itiro TOMONAGA, hijo del filósofo Sanjuro TOMONAGA, en el año 1965 - representa todavía una teoría de aproximaciones, con muchas dificultades matemáticas. El campo gravitatorio fue el próximo en descubrirse: Adivinado ya desde la aparición de la gran obra de Isaac NEWTON "Philosophiae Naturalis

* Conferencia en la Fundación Universitaria de Madrid - III Jornadas de Filosofía Tema general: Filosofía y Ciencia - 28-29-30 de Enero de 1978.

Principia Mathematica" (1687) tardó en descubrirse real y matemáticamente hasta la publicación de la Teoría general o generalizada de la Relatividad, en 1916, cuyo autor fue el gran Albert EINSTEIN (1879-1955). Por fin, el descubrimiento del tercer campo energético, del campo material, es la obra de la microfísica del siglo XX, con sus ramos de la física atómica, nuclear y de las partículas y los campos elementales o fundamentales en estado libre. Sobre todo el último capítulo - partículas y campos en estado libre - representa el tema de la investigación de la vanguardia de hoy: ya se habla de una "nueva era de la microfísica", a partir de 1974, dominada por un nuevo número cuántico, llamado "charm" o "trianality".

Después de esta brevísima introducción histórica al tema, podemos trazar el cometido de la siguiente exposición en dos planos consecutivos:

Primero: explicación del *sentido físico* de los tres campos energéticos, como representantes de las causas invisibles en la ciencia física.

Segundo: Discusión *filosófica* del significado de los resultados físicos.

La primera pregunta que se plantea en un primer momento, será lógicamente la siguiente: ¿Por qué son precisamente tres los representantes de causas invisibles en el mundo único en que vivimos; y no podrían reducirse a una sola causa, como es el deseo de la Filosofía de la Naturaleza, *perí phýseos*, desde los siglos séptimo y sexto antes de Cristo, desde TALES, ANAXIMANDRO y ANAXÍMENES, de la escuela de Mileto en Jónia? La contestación es que los mejores entre los hombres dedicados a la ciencia, Albert EINSTEIN (1879-1955) y Werner HEISENBERG (1901-1976), lo han intentado en el trabajo intelectual que coronaba su vida en esta tierra: *la teoría unificadora de campos - the unified field theory - die einheitliche Feldtheorie*. EINSTEIN con su método matemático del álgebra de tensores, HEISENBERG con operadores del campo de la índole matemática de spinores, y con conmutadores que son las matrices de PAULI y de WEYL. Pero el triunfo definitivo de una teoría unificadora de los campos microfísicos y universales está todavía lejos en el mundo científico; y por tanto, prefiero discutir los tres campos conocidos, uno tras otro.

Por motivos meramente didácticos, por ser el ejemplo más sencillo y aleccionador, empezaré con el campo gravitatorio:

Primero: El *campo de gravitación*. Sir Isaac NEWTON (1643-1727) descubrió, ya a la edad de 23 años la ley universal de la gravitación, aplicando la tercera ley de las órbitas planetarias de Johannes KEPLER (1571-1630) a la ecuación matemática del equilibrio entre la fuerza centrífuga y centrípeta que un planeta mantiene y conserva durante su movimiento circular o elíptico alrededor del sol. El resultado es, en

una forma matemática muy sencilla y armónica, que la fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos materiales es igual al producto de las masas de los cuerpos en interacción, dividido por el cuadrado de la distancia entre ellos y multiplicado por una constante universal. Sin duda alguna, este descubrimiento de Newton representa una estructura matemática que está realizada en todo el cosmos, como una ley universal de la naturaleza; porque esta ley determina no sólo las órbitas de los planetas y los movimientos de todas las estrellas y los sistemas estelares, los giros de la luna alrededor de la tierra y el cambio de marea baja y marea alta, sino que dirige también la caída de una manzana de un árbol. (Según una anécdota bonita, este último suceso fue el motivo que hizo pensar a Newton sobre relaciones matemáticas terrestres y celestes.)

La ley matemática estaba ahí, pero ya el mismo NEWTON y sus contemporáneos Gottfried Wilhelm LEIBNIZ (1646-1716) y Christiaan HUYGENS (1629-1695) adivinaron las grandes dificultades en su interpretación real. En el "Seholium Generale" que termina los "Principios matemáticos", publicados en 1687, Isaac Newton escribe: "Las causas de estas propiedades de la gravitación, no las he podido deducir de los fenómenos, y no invento hipótesis - *hypotheses non fingo* - ". Una *actio in distans*, una influencia inmediata y espontánea, por ejemplo, entre el sol y la tierra, franqueando en un instante 140 millones de kilómetros -: esto parecía imposible, absurdo; ¿pero había otra solución? En una carta a Richard BENTLEY, Newton escribió: "La gravitación debe de ser causada por un agens que actúa continuamente según ciertas leyes; mas si tal agente es material o inmaterial, esto lo he dejado a mis lectores."

La ciencia del siglo XX ha decidido que el *agens* vislumbrado ya por NEWTON - precisamente, el campo energético de la gravitación - es una entidad física y real, pero *inmaterial*, si entendemos con el epíteto "inmaterial" algo no perceptible con los órganos sensoriales, algo no palpable o asible: una causa invisible de efectos sensibles.

Para dilucidar este gran progreso de la ciencia contemporánea vale una comparación con el año 1781, la aparición de la "Critica de la Razón pura" de Immanuel KANT (1724-1804). El físico, cosmólogo y filósofo de Königsberg designa, en la Introducción a su obra citada (pág. A 8), la proposición que dice: "Todos los cuerpos tienen peso" como un juicio sintético de la experiencia. Esta proposición de Kant es, sencillamente, falsa; porque los cuerpos solamente tienen peso bajo la condición de que exista un campo gravitatorio alrededor de ellos. Si ha dejado de existir tal campo energético, o si se compensan e igualan mutuamente dos de estos campos - por ejemplo, el de la tierra y el de la luna - , entonces los cuerpos no tienen peso alguno, y los astronautas pueden volar como pájaros, mejor dicho, flotar libremente en el espacio, dando "un paseo espacial". El criterio es el de siempre: "Sublata causa tollitur effectus": Si se quita la causa, desaparece también el efecto.

Si acabamos de decir que "ha dejado de existir el campo gravitatorio", esto no era exacto, porque el campo energético sólo puede debilitarse y disminuir proporcional al cuadrado de la distancia r , hasta hacerse insensible en el peso de los cuerpos, pero nunca puede desaparecer o desvanecerse totalmente, porque el factor r^{-2} nunca podrá convertirse en cero. Por tanto, los campos energéticos llenan todo el universo; o lo que es lo mismo: no hay espacio vacío, en ninguna parte del mundo. Esta consecuencia de la física de campos del siglo XX se nos revelará aun más si pasamos ahora a una breve discusión de los campos electromagnéticos.

Segundo: El *campo electromagnético*. Una pequeñísima parte de las oscilaciones electromagnéticas que llenan el universo es la *luz visible*; y este hecho ilumina y comprueba la afirmación de que no hay espacio vacío, porque todo el mundo - inmenso e ilimitado, pero finito - está lleno del continuo real de los campos energéticos. Podemos ver - con la ayuda de telescopios, de refractores con espejos gigantes - multitudes de estrellas, de galaxias o nebulosas remotas en distancias astronómicas que alcanzan hoy cientos de millones años luz - 10^{21} km - que es ya la décima parte del diámetro del cosmos. Es cierto que debe haber algo que media entre los ojos del astrónomo y astrofísico y los astros observados a tales distancias cósmicas; y este "algo" de mediación es la luz, una parte de los campos electromagnéticos. De lo contrario, se podría concluir que no hay nada entre el hombre observador y las estrellas observadas; lo que desde luego sería absurdo.

Dejando constancia de la presencia continua, de la omnipresencia del campo electromagnético en toda la extensión y expansión del cosmos, hay que decir algunas palabras acerca de su naturaleza real y física.

Ya desde la antigüedad, son conocidos los fenómenos de la electricidad y del magnetismo. La palabra *elektron", en el griego antiguo, significaba una mezcla de oro y plata, pero también el *ámbar amarillo* (su procedencia es una resina fósil de ciertas coníferas), piedra preciosa que, al frotar se, es capaz de atraer cuerpos ligeros. La historia del magnetismo tiene sus orígenes también en la Gran Grecia, en la colonia de Magnesia, donde ya en el siglo VI antes de Jesucristo se habían encontrado las propiedades de un mineral - llamado "*he Magnêtis lithos*", la piedra de Magnesia, la piedra magnética -. Las propiedades de un metal magnético, de un imán pueden dibujarse fácilmente si se pone un cartón blanco por encima de los dos polos del imán, y distribuyendo limaduras de hierro sobre la superficie blanca, el polvo de hierro formará, una figura que sigue las *líneas de fuerza* del campo magnético: resulta una imagen visible como efecto de causas invisibles, precisamente, de las estructuras del campo magnético.

Hay que destacar que la *estructura matemática* de los campos estáticos de la electricidad y del magnetismo, cuya ley fundamental Charles Augustin de COULOMB (173b-

1806) descubrió en 1785, es la misma que la que determina los campos gravitatorios: La fuerza con la que dos polos magnéticos o dos cargas eléctricas se atraen (si tienen signos diferentes) o se repelen (si tienen signos iguales), es proporcional al producto de las fuerzas polares o de las cargas eléctricas y disminuye proporcionalmente al cuadrado de la distancia. Una distinción importante entre el magnetismo y la electricidad consta en el hecho que un imán - por pequeño que sea - siempre es bipolar, compuesto de polo norte y sur; mientras que las cargas elementales de la electricidad se encuentran separadas en la microfísica: las cargas negativas en los electrones, las cargas positivas en los protones que forman, juntos con los neutrones, los átomos del mundo de la llamada "materia" en que vivimos. En un mundo compuesto de "antimateria", los signos serían permutados. Desde luego, en su afán de simplificar la naturaleza, los físicos han buscado huellas de monópolos magnéticos en la radiación cósmica - para establecer un total paralelismo entre magnetismo y electricidad - , pero hasta ahora (1978) no se ha comprobado tal hallazgo. Las leyes de la naturaleza, generalmente, son más complicadas de lo que quieran soñar ciertas teorías epistemológicas, como el positivismo y el convencionalismo con su "economía del pensamiento".

Ahora bien, electricidad y magnetismo entran en una íntima correlación y conexión si están "dinamizados", puestos en marcha, en movimiento. Cada variación de un campo eléctrico o de un campo magnético produce la propagación de *ondas transversales* con respecto a la dirección en la que se expanden las ondas. Este resultado, lo había adivinado, previsto y predicho ya hace más de un siglo el genio de James Clerk MAXWELL, según su teoría matemática del campo electromagnético. La tercera y la cuarta de sus ecuaciones diferenciales dicen, traducidas en el lenguaje hablado, lo siguiente: "Cada corriente eléctrica produce en torno suyo un campo magnético perpendicular"; y "cada corriente magnética engendra un campo eléctrico vertical a la dirección de sus oscilaciones". En las ecuaciones de Maxwell entra una constante c , que podía ser identificada con la velocidad de la luz: aproximadamente 300.000 km/seg. Maxwell propuso la idea de una identidad entre las ondas electromagnéticas y las ondas de la luz. Ocho años después de la muerte de Maxwell, Heinrich Rudolph HERTZ (1857-1894) pudo comprobar experimentalmente la existencia de las ondas electromagnéticas y su igualdad esencial con las oscilaciones de la luz. He citado este ejemplo de la historia de las ciencias, porque demuestra que y como, en primer lugar, es la idea - sobre todo, la idea matemática - que inicia y precede un gran progreso científico, después verificado por los resultados experimentales. No hay, no es posible una metodología prefabricada en el desarrollo libre de las ciencias, y tampoco "a posteriori", deducido de los éxitos: porque el espíritu sopla donde quiera. El empirismo sistemáti-

co anglosajón - personificado en Francis BACON (1561-1626) - es inaguantable en el verdadero progreso de las ciencias.

Hoy día, lo que hace un siglo todavía era una gran esperanza de la investigación del futuro, es una realidad de nuestra vida diaria: la transmisión de ondas electromagnéticas por estaciones emisoras de radiotelegrafía, de televisión; la dirección de cohetes a otros planetas del sistema solar, dirigidos por el mismo sistema de ondas electromagnéticas; la recepción de señales electromagnéticas desde las lejanías del universo, en la nueva ciencia de la radioastronomía... y así sigue.

Debo aún una breve explicación de lo que dije al principio de la explicación del campo electromagnético, a saber: que sólo una pequeña parte de las oscilaciones que llenan el universo es luz visible. La gama de las ondas electromagnéticas va desde una longitud de onda de varios kilómetros (la radiodifusión de ondas largas) hasta el otro extremo de la radiación gama con una longitud de onda de 10^{-12} mm (la billonésima parte de un milímetro). Es, este inmenso cuadro de las radiaciones electromagnéticas, el espectro de la luz visible ocupa ni siquiera la diez millonésima parte de un milímetro como diferencia entre sus longitudes de ondas entre 0,0007 mm (que corresponde al color rojo) y 0,0004 mm (correspondiente a¹ violeta). No podemos imaginarnos cómo cambiaría y se extendería nuestra percepción y concepción del mundo si nuestros ojos fuesen capaces de ver no sólo este pequeñísimo sector de la luz visible, sino más e incluso todo el espectro de las ondas electromagnéticas, también infrarrojo y la gran escala de las ondas hertzianas que usan las telecomunicaciones, hacia las longitudes de ondas más largas, y también ultravioleta, rayos Z y rayos gama, hacia las longitudes más cortas que la luz visible. Hace poco, el fisiólogo inglés Richard L. GREGORY dijo: "Teniendo en cuenta lo pequeño que es el sector visible para nuestros ojos, hay que hacer constar que somos casi ciegos." Pero, por otra parte, es también de considerar la increíble fidelidad y consistencia del campo electromagnético natural: Mientras que las transmisiones de radio, de televisión que ha creado la técnica humana muchas veces son alteradas y perturbadas, el campo electromagnético natural y visible nunca falla. Cada átomo, cada molécula en el mundo que nos rodea es una pequeñísima estación emisora que contribuye a la conservación ordenada de las formas (la que explica la óptica geométrica o de rayos de la luz) y a la conservación de los colores (la que explica la óptica ondulatoria) de todas las cosas, hasta las estrellas más lejanas que vemos. Hablando de átomos y moléculas como estaciones emisoras de radiación, ya hemos tocado otro tema de causas invisibles del mundo visible:

Tercero: El *campo material*. La física del campo material empezó con el descubrimiento de la doble naturaleza de las partículas que componen los cuerpos tanto del mundo inorgánico como del orgánico. Es interesante para la teoría del conoci-

miento científico que también este hallazgo experimental fue precedido de la idea y del presagio: Ya en 1924 - a 32 años - Prince Louis-Victor de BROGLIE introdujo el concepto de la onda material. Tres años más tarde, en 1927, los físicos americanos Clinton Joseph DAVISSON (1881-1958) y L. H. GERMER lograron la demostración también experimental de la naturaleza no sólo corpuscular, sino también ondulatoria de partículas materiales; en total analogía al comportamiento de rayos electromagnéticos (rayos γ , por ejemplo), en los fenómenos de dibujos regulares de interferencias por causa de superposiciones de ondas, después de difracciones en redes o mallas cristalinas. De modo más radical, y también antes de la comprobación experimental (cuántas veces en la ciencia física moderna la teoría, la genial idea ha precedido la experiencia, el experimento que es una prueba dirigida y guiada por la razón teórica) el físico austriaco Erwin SCHRÖDINGER (1887-1961) estableció su famosa ecuación diferencial homogénea de segundo orden - en su trabajo publicado en 1926, con el título: "Quantisierung als Eigenwertproblem" -. Schrödinger parte de un problema puramente matemático: la representación de una onda sinusoidal, en dependencia de las oscilaciones en el espacio y en el tiempo; y uniendo estos dos aspectos en las segundas derivaciones según el espacio y el tiempo, e introduciendo las relaciones de BROGLIE entre la longitud de onda de una partícula, su cantidad de movimiento y el quantum de acción de Max Planck, consigue establecer una forma matemática que es capaz de explicar no sólo todos los fenómenos de radiaciones absorbidas y emitidas por átomos y moléculas, sino también el descubrimiento futuro de partículas elementales, como la partícula que media los enlaces nucleares, el meson pi o pion, descubierto experimentalmente en 1947 (como consecuencia que estaba prevista en la teoría del campo nuclear, desarrollada a partir de la ecuación de SCHRÖDINGER por el físico japonés Hideki YUKAWA, nacido en 1907 en Tokyo). Al fin de su hermoso libro "The principles of Quantum Mechanics", publicado en 1929, Paul Adrien Maurice DIRAC (nacido en 1902 en Bristol, premio Nobel 1933 junto con SCHRÖDINGER) linealizó la ecuación de Schrödinger, para hacerla relativísticamente invariante. Resultó una teoría del electrón que permitió soluciones tanto con cargas eléctricas negativas y energías positivas como con cargas positivas y energías negativas. Tres años más tarde, en 1932, fueron descubiertos realmente los procesos de la generación y desaparición de pares complementarios de electrones en la radiación cósmica (Carl David ANDERSON, nacido en 1905 en New York). Este fue el primer asomo de la física de la materia y antimateria, que se desarrolló plenamente en la segunda mitad de nuestro siglo, desde que en 1955 Owen CHAMBERLAIN y Emilio SEGRÉ, en Berkeley (California) descubrieron el antiprotón. Con la ayuda de los modernos aceleradores gigantescos de partículas en

Serpukov cerca de Moscú, en Stanford y Batavia en USA y, últimamente, desde 1977, en las instalaciones de CERN cerca de Ginebra (el Super-protón-sincrotrón alcanzó ya energías de 400 GeV, 400 mil millones electrón-voltios) se pudo comprobar que cada partícula que conocemos tiene su correspondiente antipartícula, mejor dicho, partícula complementaria, junto con la cual nace y muere, transformándose en la radiación energética de la cual ha nacido, según la ley estructural de la conservación de los números cuánticos bariónico y leptónico.

El hecho de la generación y aniquilación de pares de partículas complementarias, junto con el descubrimiento de la radiactividad natural (1896 Antoine Henri BECQUEREL (1832-1908); Pierre CURIE (1859-1906) y Marie SKLODOWSKA-CURIE (1867-1934)) , y de la radiactividad artificial (desde 1932 Jean Frédéric JOLIOT (1900-58) y Irène JOLIOT-CURIE (1897-1956)), junto con todos los resultados de la física de las partículas y los campos elementales en la segunda mitad del siglo XX nos llevan a la conclusión: Las entidades microfísicas no son cosas, sino *energías*, esto es, capacidades de crear *eventos*, sucesos, acontecimientos que se siguen en "saltos" discontinuos. El microcosmos es un mundo en perpetuas *transformaciones*: energías se convierten en masas y viceversa; movimientos ondulatorios en actualizaciones particulares, y al revés. Todos los campos y elementos microfísicos, en sus interacciones, transiciones, alteraciones y transfiguraciones, son convertibles en todos.

Werner HEISENBERG - el físico-matemático que acaso más que otros ha contribuido a estructurar la ciencia del siglo XX, porque ha participado activa y creativamente durante toda su vida: a los veinte años de edad, en 1921, la idea iluminadora de la mecánica cuántica; alrededor de 1925, el principio de la complementariedad, falsa o equívocamente denominado "relaciones de indeterminación" olde "incertidumbre"; 1932 la composición de los núcleos atómicos de protones y neutrones; en la segunda mitad del siglo y de su vida: la teoría unificadora de campos de las partículas elementales-; Werner HEISENBERG, cuyo discípulo soy con inmensa gratitud de largos coloquios - y desde el 1 de febrero de 1976 él sabe la eterna verdad que buscaba durante toda su vida en esta tierra - , escribe acerca de nuestros problemas lo siguiente en su libro "Introduction to the unified field theory of elementary particles", New York, 1966:

"La energía puede convertirse en materia asumiendo la forma de partículas elementales. Las diversas partículas elementales pueden considerarse como las distintas formas en las que puede existir la sustancia fundamental, que puede llamarse materia o energía." - "La fórmula conocida que 'cada partícula elemental consta de

todas las otras partículas elementales' parece dar una buena descripción de la situación paradójica con la que nos confrontamos en los experimentos" (o.c., p. 1-2).

Pero, ¿qué es energía? La ciencia física la define como la capacidad de efectuar un trabajo; y trabajo es una fuerza física aplicada a lo largo de una cierta distancia espacial. La fuerza, por fin, la considera la Física como la causa de cualquier cambio de una cantidad de movimiento. Una definición muy clara y precisa de lo que significa la expresión "campo energético", la debo a mi maestro de Física teórica en la Universidad de Munich, Fritz BOPP; Un campo energético es un "conjunto de efectos físicos *posibles*". Otro amigo de la Universidad de Munich, el químico Hans Georg GRIMM, me habló de "*energías estructuradas*" o "*estructuras_energéticas*". Para entender el sentido físico y real de tales designaciones, es preciso entrar en una *discusión filosófica* acerca del tema. Quiero trazar en pocos minutos tan sólo unas líneas generales, para dejar después de mi breve exposición la discusión a un verdadero diálogo.

1.º Una consecuencia de la índole inmaterial de las entidades microfísicas es la "no-objetivabilidad" de los campos y las partículas elementales o fundamentales que son las fuentes interiores del mundo físico. Estas entidades primordiales ya no pueden ser "objetivadas" como los átomos de DEMÓCRITO y sus sucesores: átomos que eran pequeñísimos cuerpos o cosas, con sus cualidades objetivas, geométricas y "hápticas", que sólo se nos escapan por su pequeñez. Los objetos de la microfísica del siglo XX, por el contrario, no son perceptibles ni palpables por su propia naturaleza, porque no tienen ninguna de las cualidades sensoriales que conocemos. Son realidades inmateriales, causas invisibles de efectos visibles.

2.º Un acercamiento para entender mejor lo que son "campos energéticos" puede lograrse con un estudio de la *historia del pensamiento científico-filosófico*, a través de 2300 años. Sin duda, la raíz es la "*dýmamis*" aristotélica, con su triple significado de potencia, posibilidad y *fuerza (vis)*. Pero ARISTÓTELES - el biólogo kat'exojén - aun no conocía *dynámeis*, fuerzas intrínsecas en la naturaleza inorgánica. Tardó casi nueve siglos - hasta mediados del siglo sexto después de Jesucristo - hasta que el importante comentador de Aristóteles, JOANNES PHILOPONOS, expresó la doctrina de la "*endotheisa dýnamis*", de la *vis*, la fuerza intrínseca a los cuerpos que mantiene su movimiento - una concepción ya muy cercana al principio de inercia de GALILEI. Era necesario un largo desenvolvimiento de las nociones del "impetus", de la "vis impressa" en la filosofía medieval, hasta llegar a la claridad de la "quantité du mouvement" de DESCARTES. Cuerpos que se mueven y que llevan consigo fuerzas - muy plausible en un proyectil que destruye un vidrio - esto es un hecho conocido en toda la Física clásica. Pero *fuer-*

zas puras, campos energéticos que no tienen ningún apoyo en un cuerpo o un medio material: esta es la gran novedad de la Física de los siglos XIX y XX. No es ya necesario un "éter" como portador de las oscilaciones electromagnéticas, porque "el campo energético ahora es sinónimo del 'éter'", como se expresó el gran matemático y filósofo Hermann WEYL, compañero de EINSTEIN en Princeton.

3.º Con la designación de "*energías estructuradas*" o "*estructuras energéticas*" ya está caracterizada la diferencia decisiva que distingue el mundo de la física de hoy del atomismo antiguo, creado por LEUCIPO y DEMÓCRITO, que fue la concepción del mundo reinante en los siglos XVII a XIX, con el nombre de "realismo físico". con acentuadas tendencias hacia un materialismo. Los átomos de DEMOCRITO se movían y caían al azar y por mera casualidad, mientras que la Física moderna y contemporánea es el descubrimiento de las *leyes*, del *orden* racionalmente inteligible que determina los procesos naturales. Más aún: mientras que la Física llamada clásica, la de GALILEO y de Isaac NEWTON, sólo conocía un tipo de leyes, las mecánicas, la Física del siglo XX ha revelado el *orden jerárquico de las leyes de la naturaleza*. Las estructuras y los números cuánticos son distintos, en un arden ascendente desde las partículas en estado libre a través de los núcleos, los átomos, las moléculas hasta los cristales. Es de suponer que en el mundo de la vida sucederá algo parecido.

4.º Los físicos más destacados de nuestro siglo - entre ellos, los premios Nobel Werner HEISENBERG y Wolfgang PAULI -están firmemente convencidos de que el mundo, el cosmos en que vivimos es la realización de un orden, una armonía-Gottfried Wilhelm LEIBNIZ dijo: de una "armonía preestablecida" - que contiene un alto grado de simetrías, pero mezclado con pequeñas perturbaciones y asimetrías. Todas las simetrías se conservan en las interacciones fuertes, pero no se conservan en las interacciones electromagnéticas y menos aún en las interacciones débiles. En la estética, el mismo principio de altas armonías con pequeñas asimetrías, caracteriza, de un modo objetivo, la belleza y la hermosura.