

LAS DIFICULTADES CONCEPTUALES DE LA FÍSICA CONTEMPORÁNEA (*)

Toda persona que haya tratado de familiarizarse con los nuevos conceptos que se han introducido en la física en el transcurso de los últimos años, debe haberse dado cuenta de las dificultades casi invencibles que su comprensión presenta. Si prescindimos de aquellos aspectos de la física que son accesibles únicamente mediante análisis matemático, existe desde este punto de vista una diferencia fundamental entre la física «clásica» elaborada hasta el principio del siglo actual y la física moderna surgida durante los últimos decenios. Mientras aquella opera casi exclusivamente(**) con conceptos deducidos directamente de la observación sensorial y usa de las matemáticas solamente en cuanto se trata de establecer relaciones cuantitativas entre las diferentes magnitudes, la física actual se torna cada vez más simbólica, care-

(*) El presente trabajo es el primer capítulo del libro titulado «La física contemporánea en sus relaciones con la filosofía de la razón pura», que tiene en preparación el autor.

(**) Digo «casi exclusivamente», puesto que ya en la física clásica se encuentran algunos pocos conceptos, como los del potencial y de la entropía, por ejemplo, que no pueden comprenderse del todo sin nociones matemáticas aunque su grado de abstracción dista mucho del que presentan los símbolos usados actualmente en la física. Por otra parte, en la física clásica dichas abstracciones sirven únicamente para facilitar el tratamiento matemático de los problemas correspondientes, pudiendo prescindirse de ellos si se queda satisfecho con una descripción cualitativa y a grandes rasgos; en la física moderna, en cambio, si se suprimen las matrices, operadores y demás abstracciones por el estilo, no queda nada. Sin recurrir a estos símbolos los teoremas modernos no pueden expresarse.

ciendo sus símbolos a menudo de todo significado que estuviera relacionado con muestras percepciones sensoriales.

Como se sabe, estas dificultades conceptuales se encuentran vinculadas por una parte con la teoría de relatividad de Einstein y por otra con la mecánica cuántica y la teoría ondulatoria de la materia elaboradas sobre todo por Broglie, Heisenberg, Schroedinger y Dirac. La labor realizada por todos estos investigadores ha sido esencialmente de orden matemático y cada una de sus teorías descansa sobre un vasto edificio de cálculo superior. Su estudio sistemático exige, por lo tanto, conocimientos matemáticos considerables y, por su carácter novedoso, resulta harto difícil hasta para los que están familiarizados con los procedimientos de la física teórica. Estas dificultades son, sin embargo, tan solo técnicas y pueden vencerse mediante el aprendizaje sistemático de las ramas correspondientes de las matemáticas, como el cálculo tensorial, el de las matrices, la estadística cuántica de Bose y Fermi, etc. Pero, como en todos los casos, también aquí las matemáticas no nos facilitan sino soluciones formales. Desde el punto de vista conceptual nada hemos ganado si no podemos asociar nociones inteligibles con cada uno de los símbolos que figuran en las ecuaciones desarrolladas. Y es precisamente aquí, donde las teorías mencionadas resultan poco satisfactorias para quien quiera comprenderlas en forma intuitivo-sensorial, como está habituado a hacerlo con las teorías de la física clásica.

Unos ejemplos podrán ilustrar la naturaleza de las dificultades a que nos referimos.

Según la teoría de la relatividad, tiempo y espacio no poseen existencia independiente, sino forman en conjunto un continuo tetradimensional, llamado «espacio-tiempo», en que las tres coordenadas del espacio y la del tiempo — esta última multiplicada por un factor numérico dependiente de la velocidad de la luz — entran

como componentes equivalentes. Se ha establecido, sin lugar a dudas, que las ecuaciones desarrolladas sobre esta base representan correctamente los fenómenos, mientras la de la física clásica que consideraba el tiempo y el espacio como entes independientes, no son siempre capaces de hacerlo. Con esto, la superioridad de la teoría de Einstein, frente a sus antecesores, como representación matemática de los hechos físicos, quedó asegurada. Pero como nuestra organización sensorial nada ha cambiado, debemos seguir sintiendo tiempo y espacio de la misma manera como ellos han sido sentidos desde que existen seres humanos, eso es como entes bien diferentes y de caracteres propios. La teoría de la relatividad hace caso omiso de nuestro espacio y tiempo subjetivos y nos resulta, por lo tanto, incomprensible en el sentido en que se ha podido comprender las teorías de la física clásica.

Aun más difícil que la teoría restringida resulta, para toda interpretación sensorial, la teoría de la relatividad generalizada. Para ésta, como se sabe, el universo representa un continuo pluridimensional de carácter no euclidiano. Continuos no euclidianos bidimensionales son bien conocidos y están dados por las superficies de muchos cuerpos, como por ejemplo esferas, elipsoides, etc. Los caracteres de un tal continuo, están determinados por sus radios de curvatura que poseen en sus diferentes puntos y que se miden, naturalmente, en una dimensión diferente de las del continuo mismo. Aplicando estas consideraciones al universo es fácil darse cuenta de que, si éste representa un continuo no euclidiano tetradimensional, deben postularse otras cuantas dimensiones más para sus diferentes radios de curvatura. Efectivamente, para calcular los fenómenos de la gravedad, la teoría de la relatividad introduce 6 dimensiones más, en total entonces unas 10 dimensiones, y con su ayuda resuelve todos los problemas matemáticos de la cinemática y dinámica sin recurrir a las fuerzas antropomórficas de la mecánica newtoniana.

Pero, naturalmente, estas 10 dimensiones tampoco tienen sino significado formal y calculatorio, pues nadie puede figurarse en realidad un continuo de tal naturaleza.

En el mismo sentido debe interpretarse otra conclusión de la teoría de relatividad según la cual el universo no es infinito, como se ha creído hasta entonces, sino de un tamaño determinado, teniendo un diámetro de 100 millones de años de luz aproximadamente. Afirmaciones de esta naturaleza pueden ser justificadas del punto de vista de la física matemática, pero carecen, en absoluto, de sentido para nuestra concepción sensorial del mundo (*).

Otro tanto puede decirse de las numerosas dimensiones — tres por cada electrón — que introduce Schrödinger para poder representar los sucesos que tienen su sitio en el interior de los átomos. Huelga decir que estas dimensiones, que en el caso del átomo de uranio debían alcanzar el número de 276, nada tienen que ver con las dimensiones que atribuimos habitualmente a nuestro espacio sensorial, ni siquiera con las del espacio-tiempo de Einstein.

Se ve, entonces, que una serie de conceptos de importancia preponderante en las teorías actuales de la física no corresponden a nociones inteligibles de nuestra imagen sensorial del mundo. El papel que ellos, o más bien los símbolos matemáticos que representan, desempeñan en las ecuaciones, es, por lo tanto, puramente formal. Pero el hecho de que mediante su uso resulta posible describir, con toda exactitud, y predecir, con gran seguridad, fenómenos experimentalmente comprobables, inaccesibles a las teorías de la física clásica, comprueba que estas magnitudes deben poseer algún significado real aunque éste nos escape por el momento.

Desde el punto de vista de la física, ésta última cir-

(*) Claro es, por otra parte, que un universo infinito tampoco es sensorialmente representable. Se trata aquí evidentemente de cuestiones que escapan a nuestra imagen intuitiva del mundo.

cunstancia acaso no tiene mayor importancia. La física como tal puede quedarse satisfecha si consiguió encontrar ecuaciones que expresan correctamente las interrelaciones existentes entre las diferentes magnitudes mensurables, y permiten, por lo tanto, predecir la aparición de algún fenómeno en determinadas condiciones. La cuestión de lo que «sucede realmente» más allá de los límites del análisis experimental, no le interesa necesariamente al físico. Por esta razón, de una teoría física no se le exige que sea exacta sino tan sólo que sea buena, eso es, que en ningún momento esté en pugna con los hechos de observación. Si hay varias teorías concurrentes que cumplen con esta condición, se las considera igualmente buenas, hasta que algún hecho experimental no demuestre la superioridad de una u otra.

Este conocimiento formal del mundo que satisface la física, deja, sin embargo, en nuestro espíritu, una sensación de vacío, que aspira a ser llenado por algo más substancial que fórmulas matemáticas. Es que el espíritu humano tiene un afán innato de comprender los fenómenos del mundo que percibe mediante sus sentidos y que analiza mediante su inteligencia. Este afán es igualmente propulsor de la física y de la filosofía y nos induce a formarnos una imagen inteligible del mundo. Son evidentemente tres especies de elementos que intervienen en la creación de esta imagen: 1) ciertos hechos del mundo exterior que actúan como estímulos de nuestros órganos de sentido; 2) los caracteres de estos órganos mismos mediante los cuales los estímulos se transforman en sensaciones y 3) nuestra actividad cerebral mediante la cual ordenamos nuestras sensaciones interpretándolas como signos de ciertas propiedades que atribuimos al mundo físico. De acuerdo a este origen tripartito de nuestras ciencias suele hablarse en escritos epistemológicos de tres mundos diferentes: 1) el de las cosas en sí, como ellas existen fuera e independientemente de nosotros; 2) el

de nuestras impresiones sensoriales y 3) el de la imagen que nuestra inteligencia edifica sobre las sensaciones que le son transmitidas.

El primero de estos mundos nos es esencialmente inaccesible, puesto que el único contacto que tenemos con él se efectúa por medio de nuestros órganos de sentido que imprimen su propio sello a las sensaciones resultantes. Por esto había pensadores que hasta llegaron a negar la existencia de un «mundo real», considerando todas nuestras sensaciones como productos puros de la psíquis. Aunque esta actitud de idealismo extremo ya nadie la sostiene, queda en pie el hecho de que la existencia de un mundo real exterior es postulado por nosotros únicamente para explicar nuestras impresiones sensitivas.

El segundo de los «mundos» mencionados, el de nuestras sensaciones, es el único que conocemos en forma directa e inmediata. Sus elementos son, por lo tanto, generalmente indiscutibles, pero al mismo tiempo es evidente que su realidad no es sino subjetiva, y no se refiere al mundo físico. Es, sin embargo, a base de estos elementos, que nuestro intelecto edifica aquel tercer «mundo», que constituye nuestra imagen de la realidad física y que es el único de que se ocupa en forma legítima dicha ciencia. Pero como las sensaciones en sí no alcanzan para elaborar una imagen coherente, ésta debe contener forzosamente elementos que son propios y exclusivos de nuestro intelecto, siendo, por lo tanto, inevitable que el producto resultante ostente los caracteres de nuestra organización cerebral.

Estos se ponen de manifiesto ya en la forma en que el hombre primitivo objetiva sus sensaciones, atribuyéndolas a determinados objetos que localiza en el tiempo y en el espacio. Que esta localización no es propia de las sensaciones mismas, sino elaborada por el intelecto, lo comprueban numerosos hechos de la fisiología de los

órganos de sentido. Un papel aun más importante adquiere el intelecto cuando se trata de coordinar las impresiones sensitivas. En la medida en que se descubre que estas impresiones, y por ende los objetos a que se las atribuye, aparecen con cierta regularidad, unos asociados a otros se crean las nociones de causa y efecto que rigen ya el comportamiento de los animales superiores y naturalmente más aún, el del hombre. Si estas nociones son innatas o si se desarrollan recién a base de la experiencia individual, es indiferente; de lo que no puede caber duda es que en ellas se basa todo raciocinio y toda actividad planeada de la humanidad.

En el agregado de elementos intelectuales a las sensaciones primitivas, con el fin de coordinarlas y explicarlas, tienen su origen también las especulaciones que desde Aristóteles suelen llamarse metafísicas, pero que en su esencia remontan a las primeras tentativas del hombre a formarse una imagen coherente del mundo. La metafísica es, como se sabe, la búsqueda de las primeras causas y de la esencia íntima de todo ser. Nuestros sentidos naturalmente nada pueden revelarnos acerca de estas cuestiones, de manera que su investigación debe ser forzosamente de carácter especulativo, como lo es ya la presunción de que detrás de las impresiones sensoriales que recibimos, y que forman la única realidad indiscutible para nuestra conciencia, existe un mundo físico, cuyas manifestaciones llegan a nosotros en forma de dichas sensaciones.

Toda tentativa de edificar una imagen del mundo que no se base exclusivamente en hechos establecidos mediante nuestros sentidos — lo que, como hemos visto, no es posible — representa entonces la creación de una metafísica. En todo sistema metafísico intervienen los mismos dos elementos: la experiencia sensorial y la actividad mental de sus creadores. Pero como uno y otro de estos elementos pueden presentarse en formas infinita-

mente variadas, según el tiempo y las condiciones culturales en que se vive, no puede extrañarnos que cada época y hasta cada pensador individual haya creado su propio sistema para «explicar el mundo».

En un estudio sistemático de los diferentes sistemas metafísicos del pasado y del presente, el filósofo alemán Wundt los divide en tres clases, distinguiendo sistemas poético-religiosos, dialécticos y críticos.

Las metafísicas del primer grupo representan creaciones enteramente imaginativas, en que la fantasía de sus autores reina en forma soberana. No existiendo para tales elaboraciones límites lógicos, son generalmente sentimientos éticos y estéticos que las rigen y que les sirven como medida de lo que se considera como verdad. Fué sobre todo el Oriente la cuna de sistemas de esta naturaleza, debiendo mencionarse como sus representantes más destacados la filosofía persa, la india, la china y la judío-cristiana. Con la diferenciación y separación cada vez más completa entre teología y filosofía, estos sistemas que constituyen siempre amalgamas de ambas, han perdido, por completo, su importancia para el pensamiento humano independiente, siendo su único valor el de creaciones poéticas simbólicas de gran belleza.

No obstante su eliminación de la filosofía científica se ve, sin embargo, que ideologías parecidas a estos sistemas antiguos vuelven a aparecer periódicamente, conduciendo a veces a movimientos populares de cierta importancia. (*) El hecho de que a pesar de todo progreso en la interpretación científica de la naturaleza, tales fantasmagorías místicas y retrógradas encuentran todavía ambiente en las masas populares, demuestra, mejor tal vez que cualquier otra cosa, el arraigo profundo de lo que podríamos llamar necesidad metafísica del espíritu humano,

(*) Véase sinó el movimiento teofísico contemporáneo que se creó alrededor de las figuras de Krishnamurti y Annie Besant.

la que exige una interpretación sensorialmente inteligible del mundo. Cuando la ciencia *parece* incapaz de satisfacer esta aspiración, se recurre a los que prometen darle abasto, cualesquiera que sean los procedimientos que se emplean para ello. Y, que precisamente en el transcurso de los últimos años se ha podido establecer un aumento bien marcado, tanto en el número como también en la difusión de estos movimientos oscurantistas, comprueba que la ciencia, que en este mismo período ha progresado como en ningún otro, no supo ponerse al alcance de los que no están en condiciones de seguir estudios científicos especializados, encontrándose, por consiguiente, en trance de perder la influencia que le corresponde sobre la humanidad en general. Solamente cuando los conceptos de la ciencia verdadera lleguen a ocupar su lugar legítimo en el pensamiento de toda persona interesada en cuestiones intelectuales, puede esperarse el ocaso definitivo de todas esas ideologías místicas que se nos presentan todavía como herencia de un período remoto de la evolución humana.

A un grado más adelantado del pensamiento que los sistemas poético-religiosos, corresponden los que Wundt subsume bajo la designación de sistemas dialécticos y que tienen como fundamento principal el raciocinio lógico. Mientras las religiones y las filosofías emparentadas con ellas tuvieron su origen en los pueblos asiáticos, la lógica y todas las actividades intelectuales dependientes de ésta pueden ser consideradas como creadas por la primera raza europea que adquirió importancia en el mundo: los griegos. Fueron, efectivamente, los grandes filósofos de Grecia los primeros en construir imágenes del mundo eminentemente racionales, y su procedimiento fué retomado luego, después del renacimiento, por los pensadores de la Europa occidental.

Estos sistemas filosóficos se caracterizan por partir de unos principios generales, que se consideran como ina-

movibles y de los cuales se trata de deducir, en forma lógica, una concepción del mundo. Su rasgo más saliente es la idea de que la estructura del universo puede ser reconocida mediante el uso exclusivo de la razón humana y que la experiencia empírica resulta desde este punto de vista de poco o de ningún valor. Consecuentes a esta manera de pensar, sus representantes han sido siempre muy interesados en la evolución de las matemáticas, como manifestación de la razón pura, siendo muchos de ellos mismos grandes matemáticos, mientras frente a las ciencias físico-naturales su actitud general ha sido de indiferencia y hasta de desprecio.

Ha sido precisamente frente a esta sobreestimación de la potencialidad de la razón pura, que se han levantado los sistemas filosóficos críticos que consideran como su tarea primordial la investigación de las fuentes de todo saber y de los procedimientos empíricos y lógicos que conducen al conocimiento. Las metafísicas de esta clase se basan entonces siempre en estudios previos de carácter epistemológico, que representan a menudo la parte más extensa e importante de las obras respectivas.

Dejando para un capítulo ulterior la discusión más detallada del valor relativo que poseen para la ciencia actual los diferentes sistemas mencionados, cabe destacar el hecho de que, aunque toda metafísica se presenta como un reflejo de los conocimientos generales de la época en que nació y de la mentalidad individual del autor, todos coinciden en que, partiendo de los datos inmediatos de la conciencia humana, tratan de desarrollar una imagen del mundo mediante procedimientos intelectuales. Esta manera de proceder puede considerarse entonces como característica para la filosofía de todos los tiempos y de todas las orientaciones.

Si apartándonos de las especulaciones filosóficas, encaramos ahora la evolución que ha tomado paralelamente, la física, podemos establecer que en un principio esta

última se encontró tan íntimamente vinculada a aquellas, que resulta prácticamente imposible señalar la línea divisoria entre ambas. En los escritos de los filósofos de la antigüedad se encuentran discutidos muchos problemas que se consideran hoy de carácter netamente físico y todavía Newton, hacia fines del siglo XVII, había denominado su obra sobre mecánica «Principios matemáticos de la filosofía natural».

Pero desde entonces la separación entre la física y la filosofía se ha hecho cada vez más pronunciada. Mientras la última se conformó con sus procedimientos puramente especulativos, la primera evolucionaba en un sentido preferentemente empírico y experimental. Esto no quiere decir que la física no contenga también muchas especulaciones teóricas, pues no cabe duda de que en las publicaciones de los físicos más destacados los cálculos matemáticos, que representan la forma en que se expresan y desarrollan sus teorías, ocupan a menudo incomparablemente más lugar que la descripción de los mismos fenómenos observados. Sin embargo, la función que desempeñan las teorías en la física es enteramente distinta de la que les corresponde en la filosofía. En esta última cada teoría es elaborada por sí misma. Si un pensador llega a idear un esquema que le permita explicar, en forma satisfactoria, lo que hasta entonces pareció incomprensible, puede darse por satisfecho: su tarea se encuentra esencialmente terminada. En la física, en cambio, toda teoría no es sino un instrumento de trabajo que debe facilitar el descubrimiento de hechos hasta entonces desconocidos. Una teoría que explica solamente hechos establecidos ya con anterioridad, sin dar nuevas orientaciones a la investigación futura, carece de valor heurístico y, por lo tanto, de utilidad desde el punto de vista del progreso de las ciencias. (*) Entonces mientras

(*) Piénsese, por ejemplo, en la teoría electromagnética de Maxwell. Esta fué ideada originalmente para explicar los fenómenos de la inducción

las especulaciones filosóficas no tienen más límites que los del intelecto humano mismo, las teorías físicas están siempre subordinadas a los adelantos realizados en el campo de los métodos experimentales y en la construcción de instrumentos de observación nuevos. Hay muchos hombres de ciencia que, por esta razón, consideran que el único progreso efectivo en el terreno físico-natural, es el que se refiere a los métodos de investigación y aunque la certeza de una afirmación tan categórica puede ser discutida, no cabe duda de que donde más se manifiesta el nivel alcanzado por una rama de las ciencias, es en la finura y precisión de los procedimientos que emplea para explorar los fenómenos de su incumbencia.

Ahora bien, progresos técnicos nunca pueden realizarse sino paso por paso y aunque un descubrimiento genial puede acelerar su adelanto en forma inesperada, tarda siempre un tiempo considerable hasta que las nuevas posibilidades que éste involucra puedan ser llevadas, en su totalidad, a la práctica. Por esta razón, el camino de la ciencia es largo y tortuoso y su movimiento hacia campos incógnitos se efectúa mucho más lentamente que el de la filosofía, que por la intuición soberana de sus cultores, puede realizar, en forma casi instantánea, trayectorias enormes. Pero lo que las ciencias pierden en velocidad de su movimiento ascendente, lo ganan con creces en la seguridad con que ocupan las posiciones una vez alcanzadas, que para los sistemas filosóficos resultan como se sabe, puntos de apoyo harto inestables.

Como habíamos hecho notar más arriba, la filosofía, igual que las ciencias, toman como punto de partida de

descubiertos por Faraday, pero su valor heurístico se puso de evidencia recién cuando Hertz, basándose en dicha teoría, descubrió las ondas que llevan su nombre. Sin las consideraciones abstractas de Maxwell nunca hubieran sido descubiertas las ondas hertzianas ni inventada la transmisión eléctrica sin hilos.

sus especulaciones, los datos inmediatos de la conciencia humana, que en parte se derivan inevitablemente de nuestras impresiones sensoriales. Pero mientras la filosofía no crea nuevos estímulos para nuestros sentidos y se limita a edificar su superestructura especulativa sobre los datos inmediatos que son propiedad común de la humanidad, o que le son facilitados por las ciencias, éstas se empeñan, en primer término, en acrecentar el acervo de hechos sensoriales que forman la base sólida de sus edificios conceptuales. Y este montón de hechos que las ciencias han ido juntando en el transcurso del tiempo queda inquebrantable, cualquiera que sea la suerte que corran las teorías edificadas sobre él. En los mismos hechos — completados por otros nuevos — tendrá que basarse también toda teoría futura que aspira a reemplazar una que haya caducado, por no responder en un todo a los datos de experiencia inmediatos. Los sistemas filosóficos, en cambio, carecen generalmente de este elemento indestructible: si el raciocinio empleado o la visión intuitiva fundamental resultan equivocados el sistema entero se derrumba, sin dejar nada que deba ser tenido en cuenta por las filosofías futuras.

Aún más evidente resulta esta diferencia en los casos en que la filosofía se aventura a resolver, por su propia cuenta, problemas que las ciencias todavía no están en condiciones de investigar experimentalmente. Como ejemplo bien conocido puede citarse el de la teoría atómica. La escuela filosófica de Abdera emitió la idea de que toda materia está formada por partículas pequeñísimas e iguales entre sí, ya en el siglo V ante nuestra era. Desde entonces, dicha hipótesis ha sido admitida por unos y rechazada por otros, causando a veces discusiones de las más vehementes. En el siglo XIX el químico inglés Dalton renovó esta concepción antigua, dándole una forma que resultó de utilidad considerable para el desarrollo de las teorías químicas y hasta facilitó el descubrimiento de

numerosos hechos importantes. Sin embargo, hasta el principio del siglo actual había hombres de ciencia destacados, como por ejemplo Ostwald, que eran esencialmente contrarios a la teoría atómica, creyendo posible y hasta conveniente desarrollar la química haciendo caso omiso de la concepción atómica. Pero lo que 2500 años de especulaciones y discusiones filosóficas no han podido resolver, lo resolvieron, en el curso de un solo año (1908), los trabajos de los físicos Einstein y Perrin, que demostraron, en forma definitiva, la existencia de los átomos. Desde entonces esta cuestión no puede discutirse más: la estructura atomística de la materia es un hecho comprobado que nadie puede ignorar ni pasar por alto.

Con estas consideraciones queda aclarado, por lo menos, uno de los aspectos que presentan las interrelaciones entre la física y la filosofía. Ninguna concepción filosófica que quiera ser tomada en serio, puede dejar inapercibidas las adquisiciones indiscutibles alcanzadas en el campo de las ciencias físico-naturales. Careciendo por sí de un fundamento de hechos suficientemente amplio, solamente de esta manera puede evitar la filosofía que su edificio especulativo adquiera los caracteres de una pirámide colocada sobre su vértice, que la sacudida más mínima es capaz de derrumbar. Que en épocas pasadas, en que el saber positivo acumulado por las ciencias era todavía insignificante, la necesidad de que la filosofía se apoye en ellas no pareció tan evidente como lo es hoy en día, no puede extrañarnos. Pero que aún en nuestros días haya pensadores que, despreciando conscientemente todo aporte de parte de las ciencias, se empeñan en crear sistemas filosóficos basados únicamente en la llamada fenomenología del espíritu, resulta menos fácil de comprender. De todos modos, cualquiera que sea el valor de estas elaboraciones desde el punto de vista literario ó ético, su contribución a la comprensión del mundo fi-

sico es generalmente poco más que nula y su existencia de ninguna manera invalida, lo que se ha dicho más arriba de la interdependencia legítima entre física y filosofía.

Pero esta interdependencia tiene aun otro aspecto. Pues si se admite que la filosofía no puede ignorar las adquisiciones fundamentales hechas en el campo de las ciencias, se presenta la cuestión si, a su vez, la física también se encuentra en la necesidad de contemplar el alcance que sus constataciones, puedan tener para la filosofía. La contestación de esta pregunta dependerá, evidentemente, de lo que se considere como última finalidad de la física y de las ciencias en general. A los que creen que la única función legítima de las ciencias es la de describir los fenómenos observados y analizar las condiciones en que éstos se producen, pero de ninguna manera la de explicarlos mediante la introducción de conceptos teóricos creados por nuestro intelecto, toda tentativa de implantar consideraciones filosóficas en el campo de la física, les parecerá no solamente superfluo, sino hasta perjudicial para el carácter puro de esta ciencia. En cambio, para los que tienen la convicción de que las ciencias físico-naturales deben darnos, en última instancia, una imagen de la estructura del mundo, la discusión de ciertos problemas filosóficos resultará inevitable.

Los escritos de los físicos más destacados de nuestra época, comprueban que su mayoría interpreta las tareas de las ciencias de esta última manera y no se satisface con una descripción más o menos escueta de los fenómenos directamente observados. En el momento, sin embargo, en que se abandona el terreno de los hechos sensoriales que forman los datos inmediatos de nuestra conciencia, se inicia la edificación de teorías e hipótesis que, debido a su carácter especulativo, son necesariamente sujetas a consideraciones filosóficas. Más arriba hemos he-

cho notar las diferencias importantes que existen entre las teorías con que operan las ciencias y las de la filosofía. Pero estas diferencias se refieren más bien a los alcances que tienen estos edificios especulativos en una y otra parte y no al carácter intrínseco de los mismos. Desde el punto de vista de este último, carece de importancia también el hecho de que las teorías físicas suelen formularse con mayor precisión que las filosóficas y que para ello se utiliza preferentemente el lenguaje de las matemáticas. Es cierto que las fallas lógicas tan frecuentes en las consideraciones filosóficas se evitan con cierta facilidad mediante el uso de las matemáticas, cuyo rigor lógico es siempre impecable, pero el carácter hipotético del punto de partida no cambia cualesquiera que sean las conclusiones que se sacan del mismo.

Hay, sobre todo, un punto fundamental en que la coincidencia entre las teorías físicas y las consideraciones filosóficas acerca del mundo es completa: su tendencia de atribuir realidad objetiva a las imágenes creadas por el intelecto humano. Cuando los físicos actuales hablan, por ejemplo, de oscilaciones electromagnéticas de cierta longitud de onda, las tratan no como creaciones del espíritu humano, que éste ha construido para poder interpretar determinados hechos sensoriales, sino como algo existente en el mundo independiente de nosotros, lo mismo que los filósofos de antaño atribuyeron existencia real a los principios ideados por ellos con la misma finalidad, o sea para poder explicar, en forma coherente, el mundo.

Que esta manera de tratar ciertas concepciones mentales como hechos reales del mundo físico, ha facilitado considerablemente el progreso de las ciencias es indiscutible y probablemente por esta razón se nos parece mejor justificado el procedimiento de los físicos que el de los filósofos, cuyas especulaciones generalmente no han conducido a resultado concreto alguno. Pero el problema

esencial es el mismo en ambos casos y debe reconocerse que protones, electrones, y cuantos de acción son, en el fondo, entes tan metafísicos como las entelequías y las mónadas de antaño.

En efecto, ninguna teoría física de cierta importancia es completamente exenta de tales elementos metafísicos, y puede observarse que en los escritos de muchos físicos que quieren mantenerse rigurosamente en el terreno de los hechos, pretendiendo hacer caso omiso de todo lo que podría parecer metafísica, ésta se introduce involuntariamente, presentándose, precisamente en estas circunstancias, a menudo, bajo el aspecto de un misticismo que recuerda a las creaciones poético-religiosas de épocas remotas. En las páginas subsiguientes, al trazar la evolución histórica de las teorías físicas, tendremos repetidas oportunidades para discutir tales sistemas metafísicos creados por autores que hacen alarde de un desprecio profundo por toda especulación filosófica y que parecen convencidos de que sus consideraciones se basan única y exclusivamente sobre hechos inamovibles.

Esta imposibilidad aparente de desarrollar una imagen coherente del mundo, sin incluir en ella elementos metafísicos, nos conduce otra vez a un punto que hemos tocado ya más arriba: a la necesidad que siente el espíritu humano de formarse una concepción de la realidad, que esté de acuerdo con su propia estructura intelecto-sensorial. La cuestión de si el mundo de las «cosas en sí» tiene o no una estructura inteligible, no es solamente esencialmente insoluble, sino hasta carece de sentido, puesto que el concepto de inteligibilidad legítimamente no puede aplicarse sino a algo conocido o al menos reconocible, lo que aquel mundo evidentemente no lo es. Nuestra imagen del mundo a la cual se refieren todas las concepciones, tanto de las ciencias como de la filosofía, puede ser, en cambio, inteligible, pues representa en el fondo una creación de nuestra propia activi-

dad mental. Por inteligibilidad debe entenderse aquí no solamente coherencia en el sentido lógico-formal, como la posee todo edificio matemático, sino también conformidad con los caracteres fundamentales de nuestra sensorialidad y de nuestra razón.

La imagen del mundo que nos ha facilitado la física clásica, a pesar de sus muchas imperfecciones, ha cumplido esencialmente con esta condición. A través de los trabajos de un Newton, Laplace, Roberto Mayer, etc., se ha ido evolucionando una concepción del mundo que nos parecía perfectamente clara y comprensible. Y esta concepción que era al mismo tiempo física y filosófica, había extendido su influencia también sobre los demás campos de la actividad intelectual: a la biología, sociología, historia, etc. Al final del siglo pasado, salvo un número reducido de obscurantistas, nadie dudaba seriamente de que esta concepción del mundo, basada en la ciencias físico-naturales, era llamada a guiar en el futuro a la humanidad entera.

Con la iniciación del siglo actual, sin embargo, los fundamentos físicos de dicha concepción empezaron a derrumbarse. El primer golpe, en este sentido, lo dió el descubrimiento del carácter discontinuo-cuantizado de las transformaciones energéticas, hecho por Planck (1900); le siguieron luego la teoría de la relatividad restringida (1905) y generalizada (1916) de Einstein, la teoría ondulatoria de la materia de Broglie (1924) y el principio de interdeterminismo pronunciado por Heisenberg (1927). Cada una de estas nuevas concepciones está basada en resultados experimentales que se encuentran en pugna con las nociones fundamentales de la física clásica, y que obligaron, por consiguiente, a los físicos a abandonar sus convicciones más profundas acerca de la estructura del mundo, que pocos años antes parecían aun tan sólidas e inexpugnables.

Con el derrumbe de la concepción del mundo, sos-

tenida por la física clásica, el proceso de reformatión, naturalmente, no puede darse por terminado. En lugar del edificio demolido, debe ser elevado otro nuevo, que esté en concordancia con las nuevas adquisiciones de la ciencia. Aquí se presenta una tarea importantísima que atañe por igual a físicos y filósofos y que no ha sido realizada aún. Los físicos, autores de las nuevas teorías, se han limitado a desarrollar el aspecto matemático formal de sus concepciones, sin preocuparse de la inteligibilidad sensorial de los símbolos con que operan y hasta hay entre ellos quienes declaran abiertamente que la estructura del mundo no puede ser comprendida intuitivamente, porque en realidad carece de aquellas cualidades que nuestro intelecto, formado bajo la influencia de nuestra sensorialidad, le quiere atribuir. Por esta razón se considera la representación matemática como la única que se conforma a la realidad física, siendo toda tentativa de diseñar una imagen del mundo que pueda ser visualizada en forma concreta, tan sólo un residuo de los prejuicios que llevaron a nuestros antepasados a buscar detrás de todo fenómeno entes vivos, más o menos parecidos a ellos mismos. Según esta ideología, debería considerarse como un mérito fundamental de los físicos contemporáneos el de haber liberado el pensamiento humano de los últimos vestigios del antropomorfismo que había dominado toda interpretación de la naturaleza desde los tiempos más remotos hasta nuestros días.

Véamos ahora hasta qué punto parece realmente justificada dicha actitud de la física y qué consecuencia trae la misma con respecto a sus interrelaciones con la filosofía. En cuanto a la primera cuestión, debemos insistir en lo que habíamos expuesto ya más arriba: toda teoría física es, en el fondo, una creación del intelecto humano y por lo tanto no puede referirse sino a aquel mundo que es nuestra imagen de la realidad. Al

discutir su inteligibilidad no debe inmiscuirse entonces la del mundo «de las cosas en sí» — cuestión que, como también hemos hecho notar, carece de sentido. Aclarado el hecho de que las nuevas concepciones de la física se refieren, lo mismo que las antiguas, a un mundo ideado por el pensamiento propio de sus creadores y no a algo que existe independientemente de nosotros, desaparece toda razón por qué éstas debían ser esencialmente incomprensibles desde el punto de vista de nuestra estructura intelecto-sensorial. El hecho de que las teorías mencionadas, ello no obstante, tienen este carácter, resulta, entonces, no una liberación de prejuicios, como lo afirman algunos físicos, sino una deficiencia que se debe tratar de subsanar.

Que a los físicos mismos dichas teorías, también en su forma actual, les resultan sumamente valiosas y les facilitan continuamente nuevos e importantes descubrimientos, es indiscutible. Por lo tanto, a los que consideran su carácter heurístico, como única medida del valor de las concepciones científicas, el estado actual de la física, cuyo progreso se realiza en estos momentos con una velocidad vertiginosa, les parecerá eminentemente satisfactoria. Pero aun sin desconocer este aspecto de la cuestión, cuya importancia hemos destacado ya más arriba, creemos que las teorías fundamentales de las ciencias, tienen, además de servir al progreso inmediato de las mismas, también otra función que cumplir que es precisamente la de contribuir a una concepción coherente e inteligible del mundo, accesible a la humanidad entera. Y esta función las teorías actuales de la física no la cumplen.

Como es natural, la creación de una concepción integral del mundo no puede ser la tarea de las ciencias individuales, sino la de la filosofía, pero los elementos

que se utilizan para ello provienen de las ciencias y muy especialmente de las ciencias físico-naturales que a consecuencia de los grandes adelantos que habían realizado, dominaban en forma cada vez más pronunciada, toda especulación al respecto. Por esta razón, al fin del siglo pasado y al principio del actual, todo hombre de mentalidad progresista se enorgullecía de tener una concepción del mundo, basada en las ciencias físicas y biológicas. Esta concepción, que descansaba enteramente sobre las nociones de la física clásica, — materia, fuerza, determinismo, etc. — evidentemente no pudo sobrevivir al derumbe del edificio que lo había soportado y el fracaso de la filosofía materialista, en el sentido tradicional de la palabra; fué inevitable. Pero los físicos, en lugar de empeñarse en sustituir las concepciones caducas por otras igualmente inteligibles, pero basadas en las nuevas verdades descubiertas por las ciencias, declaran que el mundo físico es esencialmente irrepresentable y accesible únicamente al cálculo matemático. Mediante esta actitud la ciencia reniega su contribución a una imagen inteligible del mundo y renuncia al papel importante que le ha correspondido hasta el presente en la formación de la conciencia humana, dando así pábulo a la reintroducción en la filosofía de un irracionalismo místico que sus progresos anteriores, habían desterrado ya, como se creía, en forma definitiva.

En sus rasgos generales, éste es el estado que presentan actualmente los aspectos filosóficos de la física. El dilema que se nos enfrenta es el siguiente: o se encuentra una manera de edificar una imagen del mundo inteligible y representable que esté en concordancia con los hechos últimamente descubiertos por los físicos, o bien la ciencia renuncia a su papel de guía espiritual de la humanidad:

En lo que esta última posibilidad representaría para el futuro de nuestra especie, no hace falta insistir. Queda entonces como único camino viable el primero: deben encontrarse nuevamente las ciencias físico-naturales y la razón pura del hombre.

SIMON M. NEUSCHLOSZ.