

¿Le son, por lo demás, tan favorables como ella pretende?

Esto es más que dudoso. Casi todos los sabios que han sido metidos en la cuestión por el pragmatismo o por lo que se ha llamado el nominalismo han formulado graves reservas; entre otros Poincaré (1). Dirijámonos a ellos.

§ 5.—*Lo que piensan los físicos contemporáneos.*

Poincaré ha demostrado claramente que si bien las matemáticas descansaban sobre decretos arbitrarios del espíritu y podían considerarse por entero como arbitrarias, no podría pensarse lo mismo de la física. Esta descansa siempre sobre la experiencia. Parte de constataciones reales, de hechos brutos, y sea la que fuere la superestructura teórica añadida por el espíritu en la interpretación de estos hechos brutos, cualesquiera que sean las simplificaciones, interpolaciones o hipótesis, siempre subsiste en una proposición física un fondo experimental que se impone necesariamente a todos los espíritus. Por esto la física es una ciencia de lo real, y si bien trata de expresar este real de una manera "cómoda", de todos modos es lo real lo que expresa siempre. La "comodidad" sólo consiste en los medios de expresión. Pero lo que en el fondo se oculta bajo estos medios de expresión,

(1) Poincaré, por lo demás, mantiene en física una actitud crítica y expectante sin adherirse formalmente a la física energética ni a la física mecanista.

los cuales puede variar el espíritu buscando siempre los más convenientes, es la "necesidad" de las leyes naturales. Esta necesidad no es decretada arbitrariamente por el espíritu. Por el contrario, constriñe a éste, encierra en límites estrechos sus medios de expresión. En los límites de las aproximaciones experimentales y de las pequeñas diferencias que los fenómenos físicos, regidos por una misma ley, conservan entre sí, porque nunca son idénticos, sino sólo muy semejantes, la ley natural nos es impuesta desde fuera y por las cosas; esta ley expresa una relación real entre las cosas.

Duhem, que por ciertos lados parecería hallarse muy cerca de los pragmatistas, nos responde en seguida que ha querido reformar la física para construir una física teórica al abrigo de retoques y más durable que el bronce. En esta obra ha puesto su ambición y todas sus facultades, sus coquetterías de matemático. Ciertamente, como la mayoría de los matemáticos de hoy, admite que el punto de partida, y hasta cierto punto la marcha del razonamiento matemático, son arbitrarios. ¿No es el ideal de la matemática ser todo lo formal posible? Sólo con esta condición será rigurosamente lógica. Pero en física—se apresura a añadir—hay una condición *sine qua non* de receptibilidad para ese formalismo. Es preciso que las conclusiones que éste autorice estén de absoluto acuerdo con la experiencia.

Duhem nos dirá, además, que no hay que tomar la experiencia del físico como un calco de lo real. Toda experiencia de física consiste en medidas, y estas medidas apelan a una multitud de conven-

ciones y teorías. Pero ¿cómo? ¿No sabíamos ya que para dar cuenta de un testimonio es preciso hablar? Aquí el lenguaje es el lenguaje matemático justamente, porque su precisión evita los equívocos y las confusiones. Y del mismo modo que un testimonio no se considera falso si es hablado, la experiencia del físico no se considera como una alteración de lo real porque describe lo real en lenguaje matemático y con ayuda de medidas.

Todas las palabras de los testigos verídicos significarán las mismas cosas; las teorías de los buenos físicos formularán las mismas realidades. Serán tan verídicas como las palabras de los buenos testigos. ¿Qué es lo que se llama verdad, sino lo que todos los hombres, colocados en las mismas condiciones, perciben, comprenden y refieren idénticamente: la experiencia universal y, por consiguiente, la esperanza necesaria?

Esta verdad nunca se la negará Duhem a las proposiciones físicas; éstas son la descripción de lo real. Es más, la teoría física no es solamente una descripción exacta de lo real: es una descripción bien ordenada en lo real porque tiende constantemente hacia una clasificación natural de los fenómenos físicos: clasificación natural, luego que reproduce el orden de la naturaleza. Ningún dogmático, Descartes, Newton o Hegel, han pedido nunca más.

Duhem—es cierto—considera que la física no nos da la explicación de las cosas. Sólo que una vez más hay que saber leer. Por explicación Duhem entiende netamente la explicación metafísica, es

decir, la explicación por la naturaleza última y por las causas en el pleno sentido de estas palabras; en resumen, por lo que se encuentra más allá de la experiencia. Pero desde hace mucho tiempo se han constituido las ciencias abandonando la explicación de las cosas en ese sentido, y todavía nos preguntaremos algo más lejos si este sentido es inteligible. Describir exactamente el orden de la naturaleza, descubrir el orden de la naturaleza, les basta—y sobradamente—a los investigadores de verdad. Cuando los mecanistas suponen tras un fenómeno dado una estructura mecánica, no pretenden otra cosa que dar cuenta cómodamente de la experiencia, si se trata de un modelo mecánico, tosco y temporal, o bien anticiparse a la experiencia, si se trata de una hipótesis seria de estructura. Los mecanistas no piden nada más que Duhem.

Por lo demás, incluso cuando éste cree en la necesidad de una metafísica junto a la ciencia, ¿por qué se adhiere a la metafísica tomista? Porque le parece que concuerda mejor con los resultados de la ciencia física. Duhem piensa, pues, que si bien la ciencia no tiene que preocuparse de las teorías metafísicas, la metafísica, si se hace, debe cuidarse, por el contrario, de la ciencia. La condición de su admisibilidad es que concuerde con la ciencia. De tal suerte que la física, entendida como la entiende Duhem, resulta la norma a que deberán atenerse en primer lugar todas nuestras otras especulaciones, y es por consiguiente el único conocimiento válido de lo real.

Incluso puede pretender ser el conocimiento integral de éste—afirmará otro energetista, el que ha

lanzado en su *Déroute de l'atomisme* el manifiesto más resonante de la reforma física: Ostwald. Si ha podido creerse que junto al mundo en que nos hace penetrar la ciencia hay un mundo que siempre ignoraremos (*Ignorabimus*, decía Bois-Reymond), ha sido porque la "mecánica no ha podido dar hasta el presente una imagen completa de la naturaleza... Si este principio desaparece, que debe desaparecer... el *Ignorabimus* se derrumba y la ruta vuelve a abrirse a la ciencia". La reforma que Ostwald propone tiene, pues, por objeto, volver a abrir a la ciencia la ruta hacia la verdad completa y entera. Y Ostwald añade que "ningún físico o naturalista ha creído nunca firmemente en el *Ignorabimus*" (1). ¿Se puede estar más lejos de una interpretación agnóstica de la ciencia?

El "cientifismo" de Ostwald es muy parecido al del gran matemático vienés Mach, que a causa de esto, incluso se niega a ser tratado de filósofo.

La sensación es lo absoluto. Por medio de nuestras sensaciones conocemos la realidad. Ahora bien; la ciencia es el análisis de nuestras sensaciones. Analizar las sensaciones es descubrir las relaciones exactas que existen entre unas y otras y el orden de la naturaleza, para decirlo todo, dando a esta palabra su sentido más objetivo, puesto que la naturaleza no es sino el orden de nuestras sensaciones. La física tiene por objeto las relaciones de las sensaciones entre sí, haciendo abstracción

(1) OSTWALD: *La Déroute de l'Atomisme*, artículos publicados en la *Revue générale des Sciences*, noviembre y diciembre de 1895.

de las que constituyen nuestro organismo, en tanto que la psicología estudiará las relaciones de las sensaciones con las que constituyen nuestro organismo. Este análisis se prosigue continuamente. La física cambiará, pues, de aspecto, a medida que el análisis sea más profundo. Pero si bien la verdad parcial de hoy no es la de ayer y no será la de mañana, la verdad de hoy continúa, implica y envuelve la de ayer, y será continuada, implicada y envuelta por la verdad de mañana. No hay más que una verdad, y si no la poseemos en toda su integridad, por lo menos se va haciendo poco a poco cada vez más completa y absoluta.

La ciencia, como el pensamiento humano, es en efecto el resultado de una adaptación doble y recíproca entre ella y las cosas. La ciencia es el límite superior de esta adaptación, tanto y más aún la ciencia física como las ciencias matemáticas.

Bajo la forma más exacta y más precisa, ha de darnos el sistema de nuestras sensaciones, luego lo absoluto.

En críticas de Mach hechas por racionalistas, se ha reprochado a veces a éste una tendencia al pragmatismo. Se le ha acusado de un relativismo escéptico. ¿Sería esto debido a que, como notable historiador de la ciencia, nos descubre a menudo los humildes comienzos de ésta en las artes rudimentarias de nuestros antepasados? Pero ahí no se ve sino un esfuerzo de adaptación que comienza. Para apreciarlo exactamente lo que hay que percibir es el resultado, el punto de llegada. ¿Será debido a que su teoría biológica de la ciencia hace de la verdad una verdad humana? Pero la

verdad humana sigue siendo la verdad. Esta es la única verdad para el hombre. La sensación es humana, evidentemente. Pero, sin embargo, es lo absoluto, y la verdad humana es la verdad absoluta porque es para el hombre toda la verdad y la verdad única, la verdad necesaria. Dado lo que es el hombre y lo que es el universo, esta verdad se funda en la naturaleza de las cosas. Es, en términos humanos, el conocimiento de todo lo que es.

Los físicos que se han mostrado los más decididos adversarios del mecanismo tradicional se han guardado, pues, muy bien de disminuir en lo más mínimo el valor de la física, y por tal entiendo, no su valor práctico, sino su valor como ciencia, su valor de saber. Rankine, que fué el primero que tuvo la idea de la reforma energética, ¿no la hizo para llegar a una descripción más fiel de la experiencia y desechar toda hipótesis? Quizás preveía cómo podría ser interpretado el empleo de esta última por espíritus tendenciosos.

Pero el papel de la hipótesis, ese papel tan importante en la física mecanista, ¿puede ser incluso un argumento contra el valor de la física? El simple buen sentido percibe que puede utilizarse la hipótesis para investigar, sin que subsista el menor rastro de ella en las conclusiones, ya que no se conserva en éstas lo que ha sido verificado experimentalmente. Por eso la conclusión, cuando es posible, es idéntica en todos los físicos, porque está siempre en armonía con la experiencia, porque es el enunciado de los resultados de la experiencia. Por lo tanto, en la crítica de la física se ha abusado de sobra de estas supuestas teorías in-

compatibles que se derrumbarían unas sobre otras como un castillo de naipes. No se ha necesitado nada menos que toda la erudición de los historiadores de la física, de Duhem, de H. Poincaré y de Mach en particular, para demostrar que las teorías no desaparecen nunca por entero, y que las que les suceden conservan siempre toda la verdad contenida en aquellas a las que han vencido.

No más en física que en geología, vemos nosotros catástrofe alguna. La ciencia no se rehace a cada generación, como ha sostenido Brunetière. Desde que la ciencia física ha nacido, hay simplemente una evolución continua de la física. Y lo que es más, una evolución en el mismo sentido: hacia la verdad. Han sido necesarios también los dos libros de H. Poincaré: *La Science et l'Hypothèse* (1) y *La Valeur de la Science* (2), para demostrar, el primero, que toda ciencia vive de hipótesis, y el segundo, que esto no quita nada al valor del tesoro que la ciencia acumula a medida que sus hipótesis se confirman, o por lo menos a medida que nos conducen a un enunciado más preciso de la experiencia. Las teorías científicas contienen los hechos brutos a los cuales quería oponérselas. En ellos tienen su punto de unión; de ellos extraen su verdad.

Por eso los continuadores de la tradición mecanista, es decir, la inmensa mayoría de los físicos, ya no quieren ver en sus teorías sino el calco de la

(1) Paris, Flammarion.

(2) Idem.

experiencia y las sensaciones actuales, o el diseño, el plano de la experiencia venidera y las sensaciones futuras. Porque, como dice tan bien J. Perrin: "Yo no puedo olvidar que la sensación es la única realidad. Es la única realidad a condición de agregar a las sensaciones actuales todas las sensaciones posibles" (1). Se puede suponer la existencia de microbios sin verlos hasta el día en que un reactivo los revela. ¿Por qué no ha de tenerse derecho a suponer una estructura de la materia que algún día la experiencia podrá descubrir?

§ 6.—*La materia según la física contemporánea:  
apreciaciones generales.*

Todos los físicos, energetistas o mecanistas, confiesan la misma verdad porque todos se apoyan en la misma autoridad: la experiencia. Allí donde se afirma la ciencia física no deja lugar ni a la duda ni a la creencia, sino sólo a la certidumbre. Si las teorías físicas parecen divergentes y a veces incompatibles, como dicen algunos actualmente de la energética y el mecanismo, esto no quiere decir que la física varíe según los físicos o se recomience a cada generación. Esto es debido a que junto a los materiales indestructibles que procedentes de la experiencia constituyen el contenido

(1) J. PERRIN: *Traité de Chimie physique*. Vol. I. *Les principes*, prefacio.

de la ciencia hay la manera de disponerlos y las hipótesis. En esto y sólo en esto consisten las teorías. Entonces se comprende que éstas difieren con arreglo al giro espiritual y el punto de vista de los físicos o en consonancia con los nuevos descubrimientos. ¿En qué podría disminuir esta nuestra confianza en la ciencia misma?

La interpretación filosófica de la ciencia cuyo examen hemos emprendido y que hace de la física una colección de recetas prácticas es, pues, sin duda, una interpretación filosófica en el peor sentido de la palabra.

Se nos ha dicho: he ahí lo que es la ciencia cuando en lugar de hablar de ella como lo hace M. H. Moirand, se la analiza con los sabios. Hemos interrogado a los sabios y éstos nos han respondido: La ciencia no es un ardid, que, cómodo para obrar, engaña a los que tratan de conocer. Ciencia, hoy como ayer, quiere decir siempre "saber".

¿A qué viene entonces la campaña iniciada por Brunetière, continuada por un espíritu religioso, cierto que sincero, pero hasta el punto de querer hacer tabla rasa de todo cuanto pudiera oponérsele, la campaña que termina, si no en el pragmatismo, por lo menos en cierto pragmatismo? Este movimiento nos ha despertado de un racionalismo caduco y perezoso que consideraba el conocimiento y la razón como milagros metafísicos: éste es su mérito incontestable. Pero considerándole, como era aquí nuestro único propósito, en su objeto principal (la crítica de la verdad y la objetividad científicas), parece haber errado el camino. Si se hace el balance de la ciencia como método

de saber no es la quiebra lo que se encuentra al final, sino con qué cubrir un crédito sin fin. Y ¿qué quedará de toda esta resonante campaña, casi convertida en una moda? Mucho me temo que haya derecho a responder: Nada.

Puesto que una filosofía escéptica y agnóstica no afecta a la física, como tampoco a la matemática; puesto que la física nos parece proseguir a continuación de las matemáticas, la conquista de lo absoluto humano que hemos emprendido, tenemos derecho a preguntarnos qué es lo que la física nos dice sobre la materia. La matemática nos ha dado dos órdenes de resultados: conocimientos y el medio de adquirir otros más. Los conocimientos que nos ha dado son relativos a la extensión. Con su ayuda podemos efectuar medidas por todas partes, es decir, determinar de una manera precisa otras relaciones en lo real. ¿Qué nuevas provincias va a añadir la física, con la ayuda de estas armas, a los dominios de la verdad?

Sólo hay una respuesta posible a esta pregunta:

Del mismo modo que mediante los términos de orden, número y extensión designábamos en matemáticas ciertos grupos de relaciones de las que dependen nuestras sensaciones y que constituyen el objeto de los matemáticos, mediante el término muy general de materia designamos también un grandísimo número de relaciones—mucho más complejas—de las que también dependen nuestras sensaciones. La Física tiene por objeto estas relaciones. No otra cosa queremos decir cuando decimos que la física es la ciencia de la materia.

Nuestras sensaciones, que son el dato experi-

mental, mantienen entre sí relaciones de orden, número y situación. Estas relaciones que analizan las matemáticas son muy superficiales y sólo cogen en cierto modo el contorno de las cosas; constituyen el marco en que aparecen nuestras sensaciones, la extensión en que se mueven. Pero nuestras sensaciones no tienen solamente entre sí estas relaciones que sirven para clasificarlas, para describirlas; también contienen relaciones de causa a efecto que sirven para explicarlas y para penetrar en su naturaleza.

Esta noción de causa no tiene por lo demás nada de transcendental ni misterioso; no significa que la causa engendra el efecto, como suele creer el vulgo y, de una forma más oscura, la metafísica. Significa simplemente que entre nuestras sensaciones, la variación, la aparición y la desaparición de las unas está ligada a la variación, la aparición y la desaparición de las otras; las unas son función de las otras, de tal suerte que puede darse razón de la producción de las primeras apelando a las segundas.

Las sensaciones que se nos aparecen como las causas de otras sensaciones son a su vez la mayoría de las veces efectos de otras sensaciones y el universo toma poco a poco la configuración de un sistema todas cuyas partes están estrechamente ligadas, articuladas entre sí. Estas ligazones, estas articulaciones son las relaciones que constituyen el objeto de las ciencias físico-químicas cuando se las considera en los objetos inanimados y que constituirán el objeto de las ciencias biológicas cuando se las considere en los seres animados.

Por otra parte, remontándose de sensaciones en sensaciones a lo largo de estas cadenas de relaciones se llega a menudo a sensaciones que nunca se habían experimentado y que no se experimentan en las condiciones ordinarias.

En el descubrimiento de estas sensaciones normalmente imperceptibles—las más importantes de todas para la explicación del universo perceptible—es en lo que se emplean los artificios experimentales de los laboratorios científicos. De tal suerte, que las ciencias fisico-químicas no persiguen tan sólo el descubrimiento de las relaciones que existen entre nuestras sensaciones actualmente conocidas, sino que también y sobre todo persiguen el descubrimiento de las relaciones que existen entre estas sensaciones y otras nuevas hasta entonces desconocidas. En resumen, estas ciencias continúan y acaban el análisis de las sensaciones que constituyen lo que llamamos los objetos materiales.

Insisiré un poco sobre esta definición. Ya habíamos visto que la matemática tenía por objeto relaciones. A muchos les hubiera parecido natural que la física tuviera por objeto los *elementos* susceptibles de caer bajo estas relaciones dándoles un contenido real y en cierto modo *llenándolos*. Esto es lo que pensaba Spencer en su clasificación de las ciencias. Sin embargo, esta idea no parece feliz. Los elementos de la realidad se constatan directamente, inmediatamente, tal como son, tal como no pueden dejar de ser.

No hay que legitimar su existencia. No hay que preguntarse si podrían ser de otro modo a como

son. Pretenderlo es restaurar el viejo ídolo metafísico de la cosa en sí, en el fondo, el verbalismo ocioso bajo una u otra forma. La experiencia debe aceptarse. Es de por sí su propia justificación, puesto que para un espíritu positivo es la justificación en el dominio científico de toda proposición.

Pero si bien el dato no tiene que justificarse, se puede tratar de explicarlo: ésta es la función de la inteligencia humana y, por lo tanto, de la ciencia, y éste es el único resultado que podríamos entrever como término a la adaptación perfecta de un ser a su medio: porque explicar es darse exacta cuenta del dato y, en consecuencia, conocer su historia, pasada y venidera. (No quiero decir con esto que la adaptación pueda realizarse nunca de una manera perfecta. Me represento un límite; eso es todo.)

¿Qué es explicar un dato? Es determinar sus condiciones. ¿Qué son sus condiciones? Son, en la experiencia humana, las relaciones de que depende. He aquí por qué construir una ciencia se reduce siempre a determinar un grupo de relaciones de las que dependen nuestras sensaciones. Hemos agrupado juntas bajo el vocablo materia y por afinidades naturales, todo un conjunto de condiciones de las que dependen las sensaciones, como habíamos agrupado juntas bajo los vocablos de orden, número y extensión, y por afinidades naturales, otros conjuntos de condiciones. La física, ciencia de la materia, es la ciencia del primer conjunto, como las matemáticas lo son de los otros tres.

Pero—se dirá—todo lo que tiene por objeto re-

laciones, ¿es relativo? Pero, todo lo que es relativo, ¿deja la realidad fuera de sus garras? Pero si la física no afecta a los elementos reales de la materia y solamente atiende a relaciones, ¿no resulta claro que no toca a la realidad? ¿Tendrá, pues, razón una vez más la crítica agnóstica de la ciencia? ¿Y habrá una cosa en sí que la ciencia es impotente para alcanzar?, etc., etc. ¡He ahí la metafísica y sus inevitables juegos de palabras! Tratemos de ver claro en ello.

Si *relativo* significa "que se refiere a relaciones", la física es *relativa*. Pero si relativo significa lo que no llega al fondo de las cosas, la física, tal como nosotros la entendemos, ya no es relativa, sino absoluta, porque el fondo de las cosas, aquello a lo que es llevado necesariamente el análisis para explicarlas, son las relaciones o, mejor dicho, el sistema de las relaciones de que dependen nuestras sensaciones. Las sensaciones, el dato, están impregnados de subjetividad: fulguraciones fugitivas, son lo que las hace un sistema de relaciones que nunca se representará verosimilmente bajo una forma exactamente idéntica y que define mi estado y el estado del medio en el instante considerado. Pero entonces sobreviene el sabio para separar lo universal de que está formado este instante individual, las leyes cuya compleja expresión es, las relaciones que lo han hecho ser lo que es.

Todas las leyes científicas nos dicen en suma por qué y cómo el dato es tal como es, lo que le condiciona y le crea, porque analizan las relaciones de que depende. Dichas leyes nos habrán dado la *verdad humana absoluta* cuando este análisis sea

completo—si es que podrá serlo nunca—, porque entonces habrán determinado todas las relaciones de que depende el dato y que le explican. Estas relaciones nos facilitan verdaderamente el conocimiento de lo real, porque están implicadas todas en el dato inmediato que constata en líneas generales la sensación y porque siempre que podemos, con ocasión de una sensación, agotar las relaciones que ésta implica, percibimos que no depende, *humanamente hablando*, de ninguna otra cosa.

Volveremos a tratar de estas ideas a propósito de los problemas de la conciencia y la verdad. Concédasenos crédito hasta entonces e indaguemos por el momento en líneas generales cuáles son las relaciones que han descubierto las ciencias físico-químicas.

#### § 7. —Las enseñanzas concretas de la física actual.

En primer lugar, las ciencias físico-químicas nos dicen a qué precio y en qué sentido se operan, ora las transformaciones de la energía (física), ora las transformaciones de las propiedades de las sustancias materiales (química). Estas transformaciones son regidas: las primeras, por el principio de la conservación de la energía, el principio de Carnot y el principio de acción mínima; las segundas, por estos mismos principios, a los que se añade, a consecuencia de los trabajos de Gibbs y de Van T'Hoff, la ley de las fases y el teorema de Le Châtelier.

Todos los fenómenos físico-químicos ponen en

juego, en efecto, determinadas cantidades de energía. Estas determinadas cantidades de energía nos son dadas bajo formas diversas: energía mecánica, energía eléctrica, energía química, energía calórica, etc. Los fenómenos físicos consisten, pues, en general, en la transformación de una forma de energía en otra. Esta transformación parece ir acompañada siempre, por lo demás, de una degradación, o por lo menos de una difusión y una dispersión de la energía. Hay que entender por esto que la cantidad de energía utilizable en el sistema considerado ha disminuído en la transformación.

Todas las relaciones de que dependen las transformaciones y las degradaciones, difusiones o dispersiones de la energía, se agrupan en la teoría física general que se llama energética.

Esta teoría no nos dice nada sobre la naturaleza de las energías consideradas y, por consiguiente, sobre la naturaleza de los fenómenos fisico-químicos. Nos describe simplemente a expensas de qué, cómo y en qué sentido se opera una modificación física o química del estado de un cuerpo dado.

Los físicos energéticos pretenden que es imposible ir más lejos, que la energética nos facilita la explicación completa, necesaria y suficiente de los fenómenos materiales, es decir, el conjunto de las relaciones de que dependen. Para dar más objetividad a su concepción algunos llegan incluso a erigir la energía en una especie de substancia que no sería otra cosa que la verdadera substancia material, la causa real y activa de todas nuestras sensaciones, el tipo con arreglo al cual debemos construir nuestra representación de la naturaleza.

La energía reemplaza aquí los corpúsculos de las teorías atómicas. Desempeña el mismo papel y tiene el mismo género de existencia: ella es el fondo de las cosas, su naturaleza última, lo absoluto. Según Ostwald, por ejemplo, la descripción de las transformaciones de la energía nos proporciona el conocimiento absoluto del universo material. "Cuando recibis un bastonazo, ¿qué es lo que sentís: el bastón o su energía?" (1). La energía: he ahí, pues, la realidad substancial que se oculta bajo todos los fenómenos materiales.

Ostwald incluso cree poder afirmar que la materia no consiste en una sola energía susceptible de manifestaciones diversas, sino que cada una de estas manifestaciones es un género de energía especial, heterogénea e irreducible a todos los demás, que desaparece para ceder el puesto a otras, pero que no se transforma en otras.

Los mecanistas pretenden, por el contrario, que es posible ir más lejos. La energética se queda, en cierto modo, en la superficie de las cosas, pero sus leyes deben o reducirse a otras más profundas o completarlas, en todo caso, suponiéndolas.

La escuela mecanicista comprende, como ya se ha dicho, la inmensa mayoría de los físicos, y sobre todo la mayor parte de los experimentadores, a los que debe la física sus más recientes progresos.

Sus adeptos critican, en primer lugar, la noción

(1) OSTWALD: Obra citada.

de energía y demuestran que no se puede erigir a ésta, como hacen algunos, en cantidad física o metafísica.

La energía de un sistema significa tan sólo la capacidad de trabajo de un sistema: capacidad potencial en tanto que no produce un trabajo descubrible; actual o cinética en el caso contrario. Por consiguiente, la energía es una noción correlativa a la noción de trabajo, la cual es una noción mecánica. Experimentalmente, pues, no parece poder representarse la energía sin apelar a la mecánica y al movimiento. ¿No debería entonces la energética para dar una explicación inteligible de los fenómenos físico-químicos adherirse a la mecánica, establecerse en continuidad con ésta, y, por consiguiente, conciliarse con la consideración de las representaciones mecánicas? Las relaciones de que dependen los fenómenos materiales se reducirían así a las relaciones de que dependen los fenómenos de movimiento, objeto propio de la mecánica. Mecánica, física y química formarían un vasto sistema teórico y la mecánica sería la base fundamental de este sistema, así como el movimiento sería el fondo último de los fenómenos físico-químicos.

Por supuesto, los mecanistas contemporáneos no pretenden ya que la mecánica actual, como tampoco, por lo demás, las leyes que regulan las transformaciones de la energía, hayan alcanzado su forma definitiva por haber hallado la ciencia sus bases inquebrantables. Al contacto de la crítica energética—y éste es uno de los progresos que debe a ésta en verdad la física moderna—han

abandonado el dogmatismo un tanto estrecho del antiguo mecanismo y el antiguo atomismo. Los mecanistas contemporáneos creen que los nuevos descubrimientos deben ensanchar el horizonte científico y acarrear cambios incesantes en la representación del mundo material. ¿No asistimos desde hace cincuenta años a una recomposición, casi a un frastrocamiento de la mecánica clásica? Primeramente fué la conservación de la energía (Helmholtz) y el principio de Carnot lo que hizo estallar los viejos cuadros. Los fenómenos de radioactividad han hecho entrever, al llevarnos a profundizar en la naturaleza del átomo, la posibilidad de una constitución eléctrica de la materia y la necesidad de completar los principios de la mecánica clásica con los del electromagnetismo.

Por eso el mecanismo tiende ahora a tomar la forma que se designa con el nombre de teoría electrónica. Los electrones son los elementos últimos de toda realidad física. Simples cargas eléctricas, o bien modificaciones del éter, distribuidas simétricamente alrededor de un punto, representan perfectamente, en virtud de las leyes del campo electromagnético, la inercia, propiedad fundamental de la materia. Esta última no es, pues, sino un sistema de electrones. Según el sentido de las modificaciones del éter (modificaciones desconocidas todavía) los electrones son positivos o negativos; un átomo material está formado por estas dos clases de electrones en número igual o, por lo menos, posee igual carga positiva y negativa, pareciendo ocupar la carga positiva el centro del sistema. Los electrones negativos, o quizás una

parte de ellos, se mueven alrededor de todo el resto, como se mueven los planetas alrededor del sol. Las fuerzas moleculares y atómicas no serían sino manifestaciones del movimiento de los electrones, del mismo modo que las diferentes modalidades de la energía (luz, electricidad, calor).

Consecuencia notable: la noción de la conservación de la masa (o de la cantidad de materia) que, en unión de la inercia, figuraba a la base de la mecánica, ya no parece poder ser conservada en la mecánica electromagnética: la masa ponderable no sería constante sino a velocidades medias, inferiores a la décima parte de la velocidad de la luz; pero, función de la velocidad, aumentaría con ésta tanto más rápidamente cuanto más nos aproximáramos a la velocidad de la luz. Esta hipótesis supone, pues, en suma, ora cargas eléctricas de nombres diferentes y el éter, ora solamente el éter, no siendo el electrón sino una modificación de éste.

En fin, hoy día, los trabajos del Dr. Le Bon (1) y de algunos físicos ingleses, parecen llevarnos a la conclusión de que ni la cantidad de materia ni aun la cantidad de energía son constantes. Una y otra no serían sino relaciones que dependerían del estado del éter y de su movimiento (2).

(1) GUSTAVE LE BON: *L'Evolution de la Matière*.—*L'Evolution des Forces* (Flammarion, editor).

(2) Habría transmutación de materia en energía y de energía en materia. Por supuesto, no hay que entender por materia sino la materia ponderable y por energía sino la capacidad de trabajo descubrible. Si se entiende por materia el fondo ignorado de las cosas del que todo sale y al que todo vuelve,

Las incertidumbres son, pues, muy numerosas, como era de esperar, a medida que se profundiza en la explicación del dato. Pero, como todas las incertidumbres de orden científico, éstas no proceden sino de nuestra ignorancia momentánea y de las insuficiencias experimentales. En todo caso está permitido esperar que solamente serán transitorias. A medida que profundizamos en los fenómenos abarcamos la verdad desde más cerca. Los únicos resultados ciertos y útiles que hayamos podido obtener, nunca no los hemos podido obtener sino mediante la disciplina científica. Diariamente aumentamos el número y el alcance de estos resultados. Los métodos de las ciencias físico-químicas son, por consiguiente, los únicos que pueden darnos alguna satisfacción intelectual respecto a las cuestiones que se derivan de estas ciencias.

Y si todavía no vemos hasta el fondo todos los detalles, por lo menos podemos decir que cada día descubrimos un horizonte más amplio.

El antiguo mecanismo, el mecanismo ontológico y metafísico que constituyó la fórmula de la ciencia física desde el Renacimiento hasta la segunda mitad del siglo XIX y casi hasta su último cuarto, si se considera la generalidad de los físicos, creía poseer, si no toda la verdad física, por lo menos todos los fundamentos de la verdad física.

por ejemplo, el éter, o cualquiera otra entidad primordial, entonces las conclusiones del Dr. Le Bon no prueban en modo alguno que aquéllas no sean eternas y constantes; no establecen ni una creación *ex nihilo*, ni un aniquilamiento absoluto.

Sólo se trataba ya de sacar todas las consecuencias de los principios que había colocado a la base de la mecánica. La experiencia que nos las revelaría poco a poco dejaría, por lo menos, intactos estos principios. Esta no haría más que poner de manifiesto ante nuestros ojos efectos particulares, que si nuestro espíritu fuera omnisciente hubiera podido deducir inmediatamente de las leyes expuestas por Galileo y Newton y formuladas en toda su perfección por Lagrange. En resumen, con los principios de la mecánica racional conocíamos las condiciones necesarias y suficientes de toda explicación física, y desde un principio poseíamos los fundamentos inmutables de toda explicación científica.

Hoy no queda nada ni nada debe quedar de esta concepción. Nos encontramos exactamente en sus antípodas. Todos los físicos están dispuestos a revisar los principios fundamentales de la ciencia o a limitar su aplicación cada vez que nuevas experiencias vienen a dar los motivos necesarios para ello.

El método experimental consiste en elevarse de los hechos particulares a las leyes generales, y de éstas a leyes más generales aún, profundizando sin cesar mediante esta marcha ascendente en la naturaleza del dato. Este método no deduce las leyes particulares de las leyes generales en sus teorías sistematizadoras sino a medida que encuentra estas leyes generales en su camino, y las encuentra por medio de experiencias particulares y de hipótesis cuya verificación ha pedido a estas experiencias.

Pero ¿ha de deducirse que por est mismo los físicos abandonan la esperanza de alcanzar principios fundamentales y los elementos cada vez más profundos mediante los cuales podrá explicarse y comprenderse una parte cada vez más vasta del dato? Por el hecho de qué se oponga al error de los antiguos mecanistas esta conclusión no deja de ser un error igualmente peligroso. El espíritu actual de las ciencias físico-químicas, el espíritu científico moderno no consiste en retroceder ante lo desconocido. Con creciente intrepidez avanza hacia la conquista, pero con un método cada vez más seguro. La estabilidad de los principios de la física sólo quedará asegurada al final de la tarea. Por esto asistimos y asistiremos aún a tantas alteraciones originadas en las ideas antiguas o en las ideas venideras por descubrimientos imprevistos que han venido o vendrán a iluminar la ruta. Como se ha visto, a los físicos de vanguardia no les asusta poner en duda los principios de la conservación de la masa o de la materia ponderable.

La verdad no está hecha: se va formando de día en día. He aquí la conclusión que hay que repetir sin cesar. Nuestro espíritu se adapta a su objeto, gracias al trabajo científico, cada día de una manera más estrecha, y le penetra más profundamente cada vez. Las afirmaciones que hemos creído poder hacer al final del estudio de las ciencias matemáticas preséntanse aquí también de una manera casi necesaria o, por lo menos, muy natural. El progreso científico establece a cada instante entre las cosas y nosotros una correspondencia más estrecha y más profunda a la vez. Cada vez asimos

más y mejor y vemos sin cesar que un resultado establecido por la experiencia científica, es decir, metódicamente conducido, muy bien puede dejar de tener, a la luz de nuevos resultados, el mismo grado de importancia; pero, no obstante, subsiste en sí mismo, intacto e indeleble, eterno, como la verdad, porque es una verdad. Bien osado sería, y contradicho de antemano por todo lo que nos revela la historia de la ciencia, el que pretendiera que este esfuerzo es estéril o que no será nunca sino estrechamente limitado.

La discusión entre energéfilas y mecanistas, discusión a menudo muy viva, sobre todo por parte de los energéfilas, no es, de considerarla bien, sino un momento del progreso de las ciencias físico-químicas y un momento necesario. Lejos de romper la unidad de desarrollo que todos los historiadores han advertido en estas últimas, parece más bien tener en él su lugar natural, como las antiguas discusiones entre cartesianos y atomistas, entre cartesianos y newtonianos o leibnitzianos entre cinetistas y dinamistas. Y del mismo modo que las antiguas discusiones teóricas, el choque entre las dos grandes teorías contemporáneas, o mejor dicho, su desarrollo paralelo, más bien ha tenido resultados fecundos: ha ayudado a marchar hacia adelante a la ciencia.

En primer lugar, la energética ha puesto en guardia contra ciertos abusos de los modelos mecánicos, contra la tentación de tomar estos modelos por realidades objetivas. Después ha profundizado en la termodinámica y ha demostrado el alcance universal de sus leyes fundamentales, que en lugar

de quedar confinadas en los estudios relativos al calor tienen una aplicación legítima y necesaria en toda la extensión de las ciencias físico-químicas. A la vez que ampliaba el alcance de estas leyes, la energética ha contribuido poderosamente a precisar su fórmula. Hay más: si la energética se ha mostrado menos fecunda que el mecanismo desde el punto de vista de los descubrimientos, se nos aparece, sin embargo, como un notable instrumento de exposición sobria, elegante y lógica. Por último, y esto se advierte, sobre todo, en los químicos, como Van t'Hoff, Van der Waals y Nernst, pero se observa también y cada vez más entre los físicos, se aceptan de buen grado las dos teorías, escogiendo en cada caso la que se presta mejor a su estudio. Se las emplea en concurrencia; se parte de las ecuaciones generales de la mecánica, o de las ecuaciones generales de la termodinámica, según que la marcha seguida de este modo parezca más simple o más afortunada. Y es que las teorías físicas son esencialmente hipótesis, instrumentos de investigación y de exposición u organización. Son formas, marcos, que los resultados de la experiencia deben llenar. Y sólo estos últimos constituyen el verdadero, el real contenido de las ciencias físicas.

Sobre éstos es sobre los que están de acuerdo todos los físicos, y su cantidad sin cesar creciente y cada vez más armónica, más acorde, indica bien los progresos de la física, su unidad y su perennidad. Ellos son la piedra de toque de las teorías, de las hipótesis que han servido para descubrirlos y que se esfuerzan por organizarlos, respetando sus

afinidades reales, reproduciendo con toda la fidelidad posible el orden de la naturaleza. Y aunque estas teorías sean siempre hipotéticas y en consecuencia pierdan siempre algo—y a veces mucho— a medida que la experiencia nos trae nuevos descubrimientos, sin embargo, nunca mueren por completo. Transformándose, pasan a integrar nuevas teorías más comprensibles y más adecuadas. Así ha ocurrido con la teoría cartesiana y la teoría atómica y con éstas y la teoría newtoniana. Todo hace suponer que lo mismo va a ocurrir con la energética y el antiguo mecanismo. ¿No preparan las hipótesis cinéticas contemporáneas esta integración y esta conciliación?

“El cronista debe registrar el hecho de que la mayoría de los resultados modernos obtenidos en el dominio de la química física han sido adquiridos mediante una feliz combinación de los métodos termodinámicos con las consideraciones teóricas moleculares, así como que los creadores de la teoría moderna del calor han consagrado al mismo tiempo lo mejor de sus energías al desarrollo de la Atomística y, en particular, de la teoría cinética.

„...Debemos considerar como un resultado avanzado de esta última la transferencia de la Atomística a la ciencia eléctrica... Mediante esta maravillosa ampliación de su horizonte, la Atomística ha colocado numerosos procesos físicos y químicos bajo una luz completamente nueva...” (1).

(1) W. NERNST: *Revue générale des Sciences*, 15 marzo 1903.

### § 8.—Resumen y conclusiones.

Si lo desconocido es inmenso sería, pues, impropcedente llamarlo ahora, como se hacía de ordinario hace algunos años, incognoscible.

Los repetidos e irremediables fracasos de las tentativas metafísicas habían llevado a la física a constituirse como ciencia eliminando resueltamente el problema de la materia. Ya no se dedicó a indagar sino las leyes de los fenómenos particulares. Fué ésta una “física sin materia”. Pero los crecientes éxitos debidos a este método parecen permitirnos afirmar hoy, contra un positivismo demasiado estrecho, tal como el de Augusto Comte, que sólo ha cambiado el método y no el objeto de la física. En lugar de abordar la cuestión de la materia en toda su generalidad y por los lados más difíciles y más profundos lo abordó, por el contrario, por los detalles superficiales y por los lados más fáciles de alcanzar. Esto equivalió a la substitución del orgullo temerario por el buen sentido. El buen sentido ha sido recompensado, puesto que hoy, tras tantos trabajos de acercamiento, empezamos a alcanzar el problema en toda su generalidad y en toda su profundidad.

Conforme a la historia incansablemente repetida por el espíritu humano desde que se esfuerza por conocer las cosas, la ciencia acaba de arrebatarse al mundo de las quimeras metafísicas un nuevo objeto de estudio. La naturaleza de la materia

ya no es un problema metafísico, porque se convierte en un problema de orden experimental y positivo. Cierzo es que este problema no está resuelto científicamente; todavía puede dar lugar a no pocas sorpresas; pero hay una cosa que puede parecer adquirida para siempre: no es la metafísica, sino la ciencia, quien lo resolverá.

Yo creo, por lo demás, y he intentado demostrarlo en otro lugar, que las representaciones cinéticas siempre estarán íntimamente ligadas al progreso de la física, porque representan un instrumento eminentemente útil, si no indispensable, para el descubrimiento, y porque se adaptan mejor a las condiciones de nuestro conocimiento. Esta es la razón de que yo vea el porvenir de la física en la continuación de las teorías mecanistas. Es también el motivo de que haya dicho hace un momento que verosímilmente la teoría energética se absorbería lo mismo que el antiguo mecanismo en un cinetismo más flexible y más severo desde el punto de vista de la admisión de la hipótesis. Pero las hipótesis mecanistas, a pesar de la repugnancia que sienten por ellas los espíritus abstractos, demasiado prendados del rigor matemático, siempre serán necesarias verosímilmente a los progresos de la física, porque son hipótesis, en tanto que la teoría energética tiene por objeto explícito la exclusión de la hipótesis. Y, lo que es más, éstas son hipótesis que se presentan, ante todo, como susceptibles de llegar a ser objeto de experiencia, de verificación experimental, porque están concebidas en términos objetivos, en términos de percepciones, si no reales, por lo menos

posibles. Y la ciencia no puede pasarse sin hipótesis directoras.

De estas consideraciones resulta un nuevo método y una nueva concepción de la filosofía; ésta no puede ya ignorar la ciencia o considerarse como independiente de ella; por el contrario, debe tener como punto de partida para sus investigaciones los resultados de la ciencia.

Del mismo modo que la hipótesis científica es una anticipación de la experiencia, el sistema filosófico debe ser una anticipación de la ciencia y nada más que esto. ¿Es esto condenar la filosofía a desaparecer en el porvenir? Difícil es prejuzgar sobre un porvenir tan lejano, ya que lo que acabamos de decir muestra que esta desaparición no está próxima.

Hasta la consumación de la ciencia la filosofía debe subsistir como el resorte y el aguijón de las investigaciones científicas, puesto que éstas sólo progresan mediante la hipótesis. Pero ¿llegará a consumarse nunca la ciencia? Y, como piensan numerosos sabios, ¿no nos llevará siempre el análisis de las relaciones que nos descubre ante otras relaciones por descubrir?