

en la concepción atomista, según su extensión en el espacio, sino según su masa, es decir, según la relación constante, para cada átomo, de la fuerza con la aceleración de la velocidad; la idea de masa (así como de átomos) es, según esto, tan poco grosera y tan poco materialista como la idea de fuerza, pero ambas son completamente iguales una y otra para la delicadeza y claridad intelectuales». Existe, es verdad, una oposición muy sorprendente entre estas especulaciones (que volatilizan la esencia de la masa y del átomo hasta el punto de hacer de ella una abstracción realizada) y las teorías más recientes de la química que han alcanzado un triunfo tan decisivo; no se podría *a priori* conceder un débil valor á estas teorías si se piensa que no se trata aquí de una moda científica, sino que la química, por sus concepciones hoy dominantes, se ha puesto por vez primera en estado de predecir la existencia de cuerpos que no han sido investigados según los principios de la teoría y por consecuencia de proceder deductivamente hasta cierto grado (14); la idea decisiva de esta nueva teoría es la idea del valor ó de la «cuantivalencia» de los átomos.

El desarrollo de la teoría de los tipos y las observaciones sobre las combinaciones de los elementos según las porciones de volumen en estado gaseiforme, han revelado que existe una clase de elementos cuyos átomos no se combinan más que con un átomo de otro elemento (tipo ácido clorhídrico); otra clase cuyos átomos pueden combinarse con dos átomos de otro cuerpo (tipo agua), y una tercera clase (tipo amoníaco), cuyos átomos arrastran consigo otros tres átomos; á los átomos en cuestión se les llamó, según esta propiedad, átomos de una, dos y tres atomicidades, y poseían en esta clasificación un punto de apoyo muy importante para las investigaciones, habiendo enseñado la experiencia que las sustituciones, es decir, el reemplazo de un átomo en una molécula por otro ó por una combinación de otros, se podía

considerar como acabado, dejándose clasificar según el principio de la cuantivalencia y determinarse *a priori*; de simples combinaciones se podían también deducir, regularmente, combinaciones cada vez más complejas, y se han encontrado cantidades de substancias inorgánicas de una estructura muy complicada, dirigiéndose, en los ensayos, según la ley de la cuantivalencia y el encadenamiento de los átomos que de ella resulta.

En primer lugar, el hecho de la isomería había obligado á admitir que las propiedades de los cuerpos no dependen sólo de la cantidad y del carácter de los elementos que encierran, sino que debe ejercer influencia una coordinación diferente de los átomos; hoy, el modo según el cual los átomos se combinan en las moléculas, ha llegado á ser el principio capital de las investigaciones y la explicación de los hechos, sobre todo desde que se ha encontrado en el carbono un elemento de átomos á cuatro atomicidades (tipo gas de las minas), al cual se agregaron bien pronto, por lo menos hipotéticamente, átomos de cinco y seis atomicidades. Aquí el método y la teoría del conocimiento tienen interés en estudiar la extraña indecisión de los químicos entre una concepción sensible, concreta y una concepción abstracta de la atomicidad; por un lado temían transportarse al terreno oscuro de las concepciones imaginarias, cuyo acuerdo con la realidad podría considerarse como problemático, y por otro, se guiaban por el deseo muy justo de no admitir nada que no pueda (de una ó muchas maneras diferentes) ser representado sensiblemente ó por lo menos con claridad; se ha hablado, pues, de los «puntos de afinidad» de los átomos, de sus «adherencias» mutuas, de los puntos «ocupados» y de los puntos todavía libres, como si se distinguiesen en el cuerpo extenso y cristalizado del átomo tales puntos, por ejemplo, como los polos de una fuerza ejerciendo una acción magnética; pero, al mismo tiempo, han hecho sus reservas contra la significación de

esas representaciones sensibles, declarando que los puntos de afinidad no son más que una palabra que resume los hechos; Kekulé mismo ha tratado, sacrificando por completo los puntos de afinidad, de reducir la atomicidad de los átomos «al número relativo de los choques que un átomo, en la unidad de tiempo, experimente por parte de los demás átomos».

Hasta aquí esta hipótesis no ha tenido eco; lo que no impide á los átomos experimentar choques; la nueva teoría del calor en química ha venido de un modo sorprendente en auxilio de esta hipótesis; según Clausius (15), las moléculas de los gases sufren un movimiento rectilíneo cuya fuerza viva es proporcional á la temperatura; cuando los cuerpos se hallan en estado líquido, el movimiento molecular crece en razón de la temperatura; este movimiento es bastante enérgico para vencer la atracción de dos moléculas vecinas, pero no para destruir la atracción de la masa entera; en fin, en el estado sólido, la atracción de las moléculas vecinas, unas con otras, neutralizan la influencia del calor, de tal suerte, que las moléculas no pueden modificar sus posiciones relativas más que en muy estrechos límites; esta teoría, nacida de la teoría de la transformación del calor en fuerza viva y viceversa, no tiene necesidad del éter para resolver de un modo satisfactorio todos los problemas que se relacionan con la teoría del calor; explica de la manera más sencilla las modificaciones del estado de agregación bajo el influjo del calor, pero deja en una gran obscuridad el estado de los cuerpos sólidos, esparciendo una débil luz sobre el estado de los líquidos y no suministrando más que sobre el de los gases perfectos explicaciones cuya claridad parece dejar poco que desear.

Las teorías más recientes de los químicos y físicos convienen, pues, en reconocer el estado gaseoso como el más fácil de comprender; así que tratan de hacer de él el punto de partida para ir más lejos (16); pero aquí, á

propósito de los gases perfectos, la antigua mecánica del choque ha reaparecido en cierto modo nuevamente; la atracción general de la materia y las demás fuerzas moleculares, no obrando más que á muy corta distancia, son consideradas como nulas, con relación al movimiento rectilíneo del calor, el cual continúa hasta que las moléculas tropiezan unas contra otras ó contra las paredes sólidas; al mismo tiempo hacen rcinar las leyes del choque elástico, y, para simplificar, las moléculas son consideradas como esféricas, lo que, á decir verdad, no parece estar en perfecto acuerdo con las exigencias de la química.

Pasamos en silencio las numerosas ventajas que presenta la nueva teoría, la cual, por ejemplo, da una solución natural para las irregularidades de la ley de Mariotte, para las aparentes excepciones de la regla de Avogadro y para numerosas dificultades análogas; se trata, ante todo para nosotros, de examinar más de cerca el punto de vista de la fuerza y la materia, y el principio que vuelve aquí del choque mecánico de las moléculas y de los átomos; en efecto: parece reaparecer aquí la evidencia sensible que, después de Newton, había desaparecido de la mecánica, y se podría en todo caso, si hubiese más ventaja, concebir la audaz esperanza de que tarde ó temprano desaparecerían las acciones á distancia, aun hoy conservadas por la teoría, y que pudieran reducirse al choque sensible y evidente como ha sucedido con la acción del calor; sin duda, el choque elástico sólo puede responder á las exigencias de la física, pero hay muchas reservas que hacer relativas á este choque; es cierto que no se puede negar que aun los antiguos atomistas, para su teoría del choque de los átomos, debieron principalmente inspirarse en la imagen de los cuerpos elásticos; pero las condiciones, en virtud de las cuales aquéllos se comunican el movimiento unos á otros, no les eran conocidas, y la antigüedad ignoró siempre la diferencia que

existe entre el choque de los cuerpos elásticos y el de los cuerpos fofos; sus átomos, considerados como absolutamente invariables, no podían ser elásticos, de suerte que el verdadero físico encontraba una contradicción en el dintel mismo del sistema; es verdad que esta contradicción no era tan flagrante como hoy pudiera parecerlo, porque todavía en el siglo XVII, físicos eminentes hacían seriamente experiencias para asegurarse de si una bola elástica experimentaba en el choque un aplastamiento y, por consecuencia, una compresión (17).

Hoy sabemos que no es imaginable elasticidad alguna sin el cambio relativo de las moléculas del cuerpo elástico; eso supuesto, resulta incuestionablemente de este hecho que, no sólo es variable todo cuerpo, sino que también se compone de partes distintas; se podía comprobar este último extremo con ayuda de los argumentos con que se acostumbra á combatir el atomismo en general; los mismos motivos que en su origen han conducido á resolver los cuerpos en átomos, deben también hacer que los átomos, cuando son elásticos, se compongan á su vez de partes distintas ó sub-átomos; ¿y estos sub-átomos? O bien se resuelven en simples centros de fuerza, ó bien, si en ellos el choque elástico debe desempeñar un papel cualquiera, es preciso también que ellos se compongan de sub-átomos, y este proceso se perdería en una serie infinita con la cual el espíritu no puede tranquilizarse y que, no obstante, no puede evitar tampoco.

Así se encuentra ya en el atomismo, en el momento que parece fundar el materialismo, el principio que destruye toda materia y quita al materialismo el fundamento sobre el cual descansa. Ciertamente que nuestros materialistas han tratado de garantizar á la materia su rango y su dignidad, esforzándose en subordinar estrictamente la idea de fuerza á la de materia; pero reflexionando sobre este ensayo no se tarda en ver cuán poco se ha ganado en favor de la substancialidad absoluta de la materia. En la *Circu-*

lación de la vida, de Moleschott, un largo capítulo se titula: «Fuerza y materia»; este capítulo encierra una polémica contra la idea aristotélica de fuerza, contra la teleología, contra la hipótesis de una fuerza vital suprasensible y algunas otras cosas; pero ni una sílaba sobre las relaciones de una simple fuerza atractiva ó repulsiva entre dos átomos, átomos á quienes uno se imagina como agentes de dicha fuerza; allí aprendemos que la fuerza no es un dios dando un impulso; pero no nos enseña cómo obra para ir de una partícula de materia, al través del vacío, á provocar un movimiento en otra partícula; en el fondo, cambiamos sencillamente mito por mito.

«Las propiedades de la materia, que hacen posible su movimiento, son precisamente lo que llamamos fuerza. Los elementos no manifiestan sus propiedades más que en sus relaciones con otros elementos; si estos últimos no están tan próximos como debieran estar y si las circunstancias no son favorables, los elementos no manifiestan ni repulsión ni atracción; evidentemente aquí no hace falta la fuerza, y se oculta á nuestros sentidos porque no encuentra ocasión de provocar el movimiento. Dondequiera que se halle el oxígeno hay afinidad para el potasio.» Aquí vemos á Moleschott zambullido en la escolástica; su «afinidad» es la más bella *qualitas occulta* que se puede desear; reside en el oxígeno, semejante á un hombre que puede usar de sus manos; si el potasio se acerca le emponzoña, y si no, por lo menos las manos están allí con el deseo de asir el potasio; ¡oh, pavoroso estrago de la idea de posibilidad!

Büchner se extiende aún menos que Moleschott sobre la relación de la fuerza y la materia, aunque haya dado este título á su obra más conocida; citemos únicamente de paso esta aserción: «Una fuerza que no se manifiesta no puede existir»; he aquí, por lo menos, una concepción sana comparativamente á la personificación hecha por Moleschott de una abstracción humana; lo mejor que dice Moleschott acerca de la fuerza y la materia es un párrafo

bastante largo del prefacio de Du Bois-Reymond á sus *Investigaciones sobre la electricidad animal*; pero Moleschott ha omitido precisamente el párrafo más claro y más importante. A propósito de un análisis profundo de las ideas obscuras tocante á lo que se llama fuerza vital, Du Bois-Reymond se pregunta lo que nosotros podemos representarnos en general por la palabra «fuerza», y encuentra que en el fondo no hay ni fuerza ni materia, sino que éstas son abstracciones de las cosas estudiadas desde diferentes puntos de vista.

«La fuerza (en tanto que es considerada como causa del movimiento) no es más que un producto más disimulado de la irresistible tendencia á la personificación que nos es innata, es, por decirlo así, una habilidad oratoria de nuestro cerebro, que tiene mil recursos en el lenguaje figurado, porque le hace falta la representación para dar á la expresión pura más claridad; con las ideas de fuerza y materia vemos reproducirse el mismo dualismo que se produce con las ideas de Dios y el mundo, el alma y el cuerpo; esto, aunque con más refinamiento, no es más que la necesidad que impulsó en otro tiempo á los hombres á poblar con seres de su imaginación las selvas, los ríos, las rocas, el aire y el mar. ¿Qué se gana con decir que dos moléculas se aproximan una á otra en virtud de su fuerza de atracción recíproca? Ni aun la sombra de una intuición de la esencia del fenómeno; pero, cosa extraña, existe para nuestro deseo innato de investigar las causas una especie de satisfacción en la imagen de una mano que se dibuja involuntariamente ante nuestra vista interior, de una mano que impulsa dulcemente ante ella á la materia inerte, ó en la imagen de brazos invisibles, de pólipos, por medio de los cuales las moléculas de la materia se estrechan, tratando de atraerse unas á otras, hasta que, por último, se entrelazan en un pelotón.»

Aunque este párrafo contiene muchas verdades, el autor ha olvidado no obstante que los progresos de las

ciencias nos han conducido cada vez más á poner las fuerzas en el lugar de la materia, y que la exactitud creciente de la observación resuelve más cada vez la materia en fuerzas; por lo tanto, las dos ideas no están sencillamente yuxtapuestas como abstracciones, sino que la una se resuelve en la otra con ayuda de la abstracción y de la ciencia, de tal suerte, sin embargo, que siempre queda un residuo; si se hace abstracción del movimiento de un aereolito, queda por observar el cuerpo mismo que se mueve; puedo quitarle su forma suprimiendo la fuerza de cohesión de sus partes, pero todavía tengo la materia; puedo descomponer esta materia en sus elementos si opongo una fuerza á otra fuerza; finalmente, puedo con el pensamiento descomponer las materias elementales en sus átomos, éstos son entonces la única materia, todo lo demás es una fuerza.

Si ahora, con Ampère, se reduce el átomo á ser sólo un punto sin extensión, con fuerzas agrupadas alrededor suyo, la materia será la «nada»; si no voy tan lejos en la abstracción, la materia es entonces para mí simplemente un cierto todo que se me aparece por lo general como una combinación de partes materiales efectuada por innumerables fuerzas; en una palabra, *el residuo no apreciado ó incomprensible de nuestro análisis es siempre la materia*, por muy lejos que avancemos; lo que comprendemos de la esencia de un cuerpo lo llamamos *propiedades* de la materia, y estas propiedades las reducimos á *fuerzas*; de aquí se sigue que la materia es siempre *lo que no podemos ó no queremos resolver en fuerzas*; nuestra «tendencia á la personificación», ó si queremos emplear las palabras de Kant, que viene á ser lo mismo, la *categoría de la substancia* nos obliga siempre á concebir una de estas ideas como *sujeto* y la otra como *atributo*; cuando disolvemos un objeto grado á grado, el resto no disuelto todavía, la materia, es siempre para nosotros el verdadero representante de la cosa, le atribuimos las

propiedades descubiertas, y así se revela la gran verdad: «Nada de materia sin fuerza, ni de fuerza sin materia», como una simple consecuencia de la proposición: «Ni sujeto sin atributo, ni atributo sin sujeto»; en otros términos: no podemos ver de otro modo que como nuestros ojos lo permiten, ni hablar de otra manera que como la conformación de nuestra boca nos obliga á hacerlo, ni podemos comprender más ideas fundamentales que aquellas que se prestan á ser comprendidas por nuestro entendimiento.

Aunque, según lo que precede, la verdadera personificación reside en la idea de materia, la fuerza siempre se personifica simultáneamente, en atención á que se la considera como una emanación y, por decirlo así, como un instrumento de la materia; seguramente nadie, en una investigación de física, se representa con seriedad la fuerza como una mano cerniéndose en el aire, más bien se la podía comparar á los tentáculos de un pólipo en los cuales una molécula de materia se enlazase con otra; esto, que en la idea de fuerza es antropomorfo, pertenece todavía en realidad á la idea de materia, en la cual, como en cada sujeto, se lleva una porción de su yo.

«La existencia de las fuerzas—dice Redtenbacher—la reconocemos por los efectos que producen, y en particular por el sentimiento y la conciencia que tenemos de nuestras propias fuerzas»; gracias á esta conciencia no damos al conocimiento simplemente matemático más que el barniz del sentimiento, y corremos al propio tiempo el peligro de hacer de la fuerza algo que no es; precisamente esta hipótesis de «fuerza suprasensible», que los materialistas quieren combatir con preferencia, termina siempre en que, junto á las materias que obran unas sobre otras, se imaginan en vez de la fuerza una persona invisible, esto es, un agente imaginario; no es esto nunca la consecuencia de un pensamiento demasiado abstracto, sino más bien demasiado sensible; lo suprasensible del matemático

es precisamente lo contrario de lo suprasensible del hombre en estado de naturaleza; allí donde este último admite fuerzas suprasensibles piensa en un Dios, en un fantasma ó en un sér personal cualquiera, es decir, en todo lo sensible que se le puede ocurrir; la materia personificada es ya demasiado abstracta para el hombre en estado de naturaleza; he ahí por qué su imaginación se representa también al lado de aquella una persona «suprasensible»; el matemático podrá acaso también, antes de plantear su ecuación, representarse las fuerzas como muy semejantes á fuerzas humanas; pero nunca correrá el peligro de hacer entrar en sus cálculos un factor falso; una vez planteada la ecuación, toda imagen sensible cesa de representar papel alguno; la fuerza no es ya la causa del movimiento y la materia no es ya la causa de la fuerza; ya no hay más entonces que un cuerpo en movimiento, y la fuerza es una función del movimiento.

Se pueden poner en orden estas ideas y obtener una vista de conjunto, sin llegar, no obstante, á una explicación completa de la fuerza y la materia; no basta poder demostrar que nuestras categorías desempeñan un papel en ello; ¡nadie debe tener la pretensión de ver su propia retina! Es, pues, fácil de comprender por qué Du Bois-Reymond no lleva más allá la oposición entre la fuerza y la materia; vamos á citar el párrafo omitido por Moleschott como un modelo de la habilidad con que el célebre investigador se aleja de la suficiencia dogmática de los materialistas:

«Si se pregunta, pues, qué resta cuando ni las fuerzas ni la materia poseen realidad, he aquí lo que responden aquellos que se colocan en el punto de vista que yo; no es dado, de una vez para siempre, al espíritu del hombre, salvar en estas cuestiones una contradicción final; por lo tanto, en lugar de encerrarse en un círculo de estériles especulaciones ó de cortar con la espada de la ilusión este nudo gordiano, preferimos atenernos á la

intuición de las cosas tales como son y satisfacernos, para hablar como el poeta, con el milagro que se ofrece ante nosotros, pues estándonos vedada una explicación categórica por este camino, no podemos resolvernos á cerrar los ojos sobre las imperfecciones de otra vía por el único motivo de que una tercera senda parece imposible, y tenemos bastante resignación para admitir el pensamiento de que finalmente el objeto de toda ciencia podría ser muy bien, no el de comprender la esencia de las cosas, sino de hacer comprender que esta esencia es incomprendible; así es que la conclusión final de las matemáticas ha sido, no el encontrar la cuadratura del círculo, sino demostrar que es imposible encontrarla, y de la mecánica, no el realizar el movimiento continuo, sino probar que es imposible realizarlo.» Y nosotros añadimos: «Y de la filosofía, no cosechar nociones metafísicas, sino mostrar que no podemos salir de la esfera de la experiencia.»

Así, por el progreso de la ciencia, adquirimos siempre un conocimiento más seguro de las relaciones de las cosas entre sí y un conocimiento cada vez más incierto del sujeto de estas relaciones; todo es claro é inteligible, en tanto que nos atenemos á los cuerpos tales como aparecen inmediatamente á nuestros sentidos ó en tanto que podemos representarnos sus elementos hipotéticos según la analogía de lo que cae bajo los sentidos; pero la teoría traspasa siempre este límite, y dando una explicación científica de lo que tenemos delante de nosotros, se lanza nuestra intuición, del encadenamiento de las cosas, mucho más lejos para poder predecir los fenómenos, dejándonos empeñados en un análisis que llega hasta el infinito, como lo son nuestras representaciones del tiempo y del espacio.

No debemos, pues, admirarnos si nuestros físicos y químicos conocen cada vez mejor las *moléculas* y cada vez menos los *átomos*, porque las moléculas son todavía una reunión de átomos hipotéticos, reunión que sin inconve-

niente alguno se puede imaginar completamente al modo de las cosas sensibles; si la ciencia, que acerca de este punto parece realmente suministrarnos un conocimiento objetivo, pudiese un día desarrollarse lo bastante para acercarnos á los elementos de las moléculas tanto como lo ha hecho á las moléculas mismas, entonces esos elementos cesarían inmediatamente de ser átomos y serían algo compuesto y variable como ya se les concibe con mucha frecuencia.

En cuanto á las moléculas de los gases, se conoce hoy en parte con bastante certidumbre, y en parte con gran probabilidad, la velocidad con que se mueven, el espacio medio que recorren entre dos choques, el número de choques experimentados en un segundo y, en fin, su diámetro y peso absolutos; estos resultados, salvo muchas rectificaciones ulteriores, no son vanas conjeturas; la prueba es que Maxwell ha conseguido, por medio de fórmulas sobre las que descansan esas apreciaciones, sacar consecuencias sobre la propiedad conductora del calor de diferentes cuerpos, consecuencias que la experimentación ha confirmado brillantemente.

Las moléculas son, pues, pequeñas masas de materia que podemos representarnos según su analogía con los cuerpos visibles, y de las cuales hemos ya aprendido á conocer parcialmente sus propiedades por el camino de las investigaciones exactas; así han sido, sin más trabajo, sacados de la obscuridad en que se ocultan los verdaderos elementos de las cosas; se puede afirmar que el «atomismo» está demostrado si sólo se ve en él una explicación científica de la naturaleza, que presupone realmente partículas de masas discretas que se mueven en un espacio vacío por lo menos comparativamente; pero en esta concepción todas las cuestiones filosóficas sobre la constitución de la materia están, no resueltas, sino sencillamente descartadas.

Y no obstante, aun la división de la materia en partí-

culas y en masas discretas no está todavía en modo alguno demostrada tanto como pudiera creerse después de los triunfos de la ciencia, porque se da por supuesta en todas esas teorías y se halla naturalmente en los resultados; la confirmación del atomismo en el sentido restringido puede, todo lo más, ponerse al nivel de la confirmación de la teoría de Newton por el descubrimiento de Neptuno; se ha considerado con justicia este descubrimiento de Neptuno (fundado en un cálculo conforme á los principios de Newton) como un hecho muy importante, perentorio aun bajo más de un concepto; sin embargo, nadie se atreverá á sostener que esta confirmación del sistema ha resuelto la cuestión de saber si la atracción es una acción á distancia ó una acción mediata; el descubrimiento de Neptuno ni aun ha tocado la cuestión de saber si la ley de Newton es absoluta ó valedera solamente en ciertos límites, si no se modifica, por ejemplo, cuando las moléculas están extremadamente reunidas ó cuando las distancias son enormes; se ha tratado recientemente hacer de la ley de Newton un caso especial de la fórmula mucho más comprensiva de Weber relativa á la atracción eléctrica; Neptuno nada nos dice á propósito de esto; la gravitación, obra instantáneamente ó tiene necesidad de un lapso de tiempo casi imperceptible para extender su acción de uno á otro cuerpo celeste? He aquí aún una cuestión que no ha resuelto una confirmación tan brillante como la de Neptuno; ahora bien, en el fondo de todas estas cuestiones se encuentra el problema relativo á la naturaleza verdadera de la gravitación, y la suposición dominante de que esta propiedad constituye una ley de la naturaleza, absoluta, rigurosamente enlazada á la fórmula y obrando instantáneamente en todas las distancias, es una hipótesis que, examinada á la luz de la ciencia actual, no parece ni aun probable.

Así es que, hablando estrictamente, no se han podido demostrar más que relaciones en la teoría químico-física

actual sobre los gases, pero no la posición primitiva. Según los principios del método hipotético deductivo, se puede decir con Clausius y Maxwell: si la materia está compuesta de partículas distintas, es preciso que éstas tengan las propiedades consiguientes; pero si la consecuencia que resulta de la teoría está confirmada por los hechos, la presuposición no está aún en modo alguno probada según las leyes de la lógica; se concluye en el *modus ponens* de la condición de la cosa determinada, pero no viceversa; porque en el segundo caso, queda siempre la posibilidad de que las mismas consecuencias resulten de proposiciones muy diferentes; la teoría que explica con precisión los hechos y llega hasta predecirlos, puede en verdad adquirir de esa manera tanta verosimilitud que para nuestra convicción subjetiva se aproxima completamente á la certidumbre, pero siempre bajo la reserva de que puede existir otra teoría que dé el mismo resultado; ahora bien, en la teoría mecánica del calor esto no se comprende de ningún modo por sí en tanto que se trata de las moléculas, como ha dicho muy bien Clausius cuando declara formalmente en el prefacio de sus célebres disertaciones que las bases esenciales de su teoría matemática son independientes de las ideas que se han formado acerca de los movimientos moleculares.

Helmholtz va todavía más lejos en su *Elogio fúnebre de Gustavo Magnus* (Berlín, 1871); se expresa así: «A propósito de los átomos, respecto á la física teórica, W. Thomson dice con mucha razón que, admitiéndoles, no se puede explicar ninguna propiedad de los cuerpos que no se haya atribuido antes á los átomos mismos» (esto se aplica también, naturalmente, á las moléculas!); «aprobando esta proposición, yo no entiendo en modo alguno que me declaro contra la existencia de los átomos, sino sólo contra la tendencia que quiere hacer derivar los principios de la física teórica de conjeturas puramente hipotéticas sobre el orden de los átomos en los cuerpos de la natura-

leza; hoy sabemos que muchas de estas hipótesis, favorablemente acogidas cuando nacieron, estaban muy lejos de la verdad; la física matemática ha tomado igualmente otro carácter en las manos de Gauss, F. E. Neumann y sus discípulos de Alemania, así como en los matemáticos ingleses Stokes, W. Thomson y C. Maxwell, que siguen á Faraday; se ha comprendido que la física matemática es también una ciencia puramente experimental y que no tiene otros principios que seguir que los de la física experimental; en la experiencia inmediata sólo encontramos cuerpos que tienen extensión, ofreciendo formas variadas y combinaciones diversas; únicamente sobre semejantes cuerpos podemos hacer observaciones y experimentos; su acción se compone de la acción que todas sus partes llevan al conjunto; si queremos, pues, aprender á conocer las leyes de acción recíproca, más simples y más generales de las masas y materias esparcidas en la naturaleza, y si queremos principalmente desembarazar esas leyes de los accidentes de la forma, de la magnitud y de la posición de los cuerpos actuando concurrentemente, es menester que nos remontemos á las leyes de acción de las más pequeñas porciones de volumen ó, según la expresión de los matemáticos, de los elementos de volumen; no obstante, éstos no son como los átomos desiguales y heterogéneos, sino constantes y homogéneos.»

No examinaremos si este proceso (abstracción hecha del empleo de las matemáticas, que deben prestarse mejor que el atomismo según los principios de los cálculos diferencial é integral) será tanto ó aun más útil, para la orientación del espíritu en el mundo de los fenómenos que pudiera serlo el atomismo; éste debe su éxito á la claridad sensible de sus hipótesis, y, muy lejos de menospreciarlo por esta razón, nos preguntamos si no se podría deducir la necesidad de una concepción atomista de los principios de la teoría de Kant sobre el conocimiento, lo que no impediría á los matemáticos, que hoy tanto se

complacen en entrar por caminos trascendentes, intentar nuevas sendas y aspectos; nosotros somos poco entusiastas de que Kant pase por padre del «dinamismo», palabra por la cual se entiende, para abreviar, el dinamismo de la teoría de la continuidad; porque á pesar del énfasis con que sus sucesores han elogiado esta teoría de la continuidad, su necesidad desde el punto de vista de la filosofía crítica es muy poco evidente; y como ya hemos dicho, se podría casi seguir más fructuosamente el camino inverso; porque el modo con que la categoría opera, en su fusión con la intuición sensible, tiene siempre por fin la síntesis en un objeto abstracto, es decir, desembarazado, en nuestra representación, de los infinitos lazos de todo encadenamiento; si se considera al atomismo desde este punto de vista, el aislamiento mutuo de las masas en pequeñas partes aparecería como una concepción física necesaria, cuyo alcance se extendería al encadenamiento total del mundo de los fenómenos, siendo el reflejo de nuestra organización; el átomo sería una creación del yo, pero así llegaría á ser precisamente la base necesaria de toda ciencia de la naturaleza.

Hemos hecho observar más arriba que, desde el punto de vista fisico-químico, el átomo se hace tanto más oscuro cuanto más luz inunda á la molécula; naturalmente, esto no se aplica más que al átomo en el sentido estrecho de la palabra, á la última fracción que se puede imaginar de la materia; estos átomos se hacen tanto más incomprensibles cuanto más se acerca á ellos la luz del análisis científico; así, por ejemplo, Lotario Meyer nos muestra que el número de los átomos contenidos en una molécula es desconocido hasta cierto punto, y no debe evaluarse demasiado alto; las dimensiones de los átomos, comparadas con las de las moléculas, no deben tampoco ser consideradas como imperceptibles; los átomos ejecutan movimientos rápidos en el interior de las moléculas, etc.

Sin embargo, al lado de este crepúsculo de un conocimiento, se halla inmediatamente la reflexión de que esos átomos son quizá «partículas de masa de un orden superior al de las moléculas, pero que no constituyen aun las partículas finales y más pequeñas de la masa. Parece más probable que así como las masas de una extensión mayor y más apreciable para nuestros sentidos se componen de moléculas, y las moléculas ó partículas de masas de primer orden se componen de átomos ó de partículas de masas de segundo orden, del mismo modo los átomos á su vez se componen de grupos de partículas de masas de un tercer orden más elevado; y llegamos á este concepto por el pensamiento de que si los átomos tuvieran volúmenes inmutables é indivisibles, nos veríamos obligados á admitir tantas especies diferentes de materias elementales como elementos químicos conocemos; ahora bien, es poco verosímil en sí que exista una sesentena ó más de materias primitivas esencialmente distintas; dicha existencia se hace aún más inverosímil por el conocimiento que tenemos de ciertas propiedades de los átomos, entre las cuales es preciso observar sobre todo las relaciones recíprocas que presentan entre sí los pesos atómicos de elementos diferentes». Es muy de presumir que los átomos de tercer orden también, siendo los átomos de la materia primitiva y única, puedan, examinados más de cerca, resolverse á su vez en átomos de cuarto orden; todos estos procesos, que se extienden hasta el infinito, muestran que en estas cuestiones no tenemos que hablar más que de las condiciones necesarias de nuestro conocimiento, no de lo que pueden ser las cosas en sí cuando no tienen relación alguna con nuestro conocimiento.

Si se substituye, no importa dónde, esta serie infinita con los centros de fuerza desprovistos de extensión, se renuncia al principio de la claridad sensible (18); es una concepción trascendente como la acción á distancia, y la

cuestión de saber si y cómo esas concepciones son admisibles, no pueden ya casi evadirse con una remisión pura y simple á los principios de la teoría del conocimiento de Kant, hoy que esas concepciones nos asaltan en masa; es preciso dejar hacer á los que tienen necesidad de semejantes concepciones y ver lo que resulta de ellas. Si nunca, como cree posible el físico Mach (19), de la hipótesis de un espacio teniendo más de tres dimensiones resulta una explicación clara y decisiva de un fenómeno real, ó si con Zoellner, de la obscuridad del cielo y de otros fenómenos debidamente comprobados es preciso concluir que nuestro espacio es *no euclidiano*, sería absolutamente necesario someter á una revisión completa toda la teoría del conocimiento; hasta ahora no hay motivo alguno obligatorio para proceder á esa revisión, pero tampoco la teoría del conocimiento puede hacerse dogmática; aquí, por consecuencia, son permitidas todas las opiniones; el que se atiene á la claridad sensible, cae en la división hasta lo infinito, y, quien no, abandona el terreno sólido sobre el cual, hasta el presente, las ciencias han realizado todos sus progresos; es difícil descubrir un sendero seguro entre Scila y Caribdis.

La ley, considerada hoy tan importante de la conservación de la energía, ejerce un influjo considerable sobre nuestra apreciación de las relaciones entre la fuerza y la materia; se puede entender de diferentes maneras; así, en primer término, se puede admitir que los elementos químicos tienen ciertas propiedades invariables, con las cuales el mecanismo general de los átomos coopera para provocar el nacimiento de los fenómenos; luego se puede también suponer que las propiedades mismas de los elementos químicos no son más que formas determinadas, volviendo de un modo regular en las mismas circunstancias, del movimiento general y esencialmente uniforme de la materia; á poco que se consideren, por ejemplo, los elementos químicos como simples modificaciones de una materia

primitiva y homogénea, esta última hipótesis se comprende sin esfuerzo.

Es verdad que la ley de la conservación de la energía en esta teoría, la más estricta y más lógica, está menos que demostrada; es sólo un ideal de la razón, pero como este ideal es el objeto supremo de toda investigación empírica, no podemos casi pasarnos sin él; se puede hasta afirmar que, en el sentido más lato, esta ley tendría derecho de reivindicar el valor de un axioma; de este modo se perdería el último resto de la independencia y la dominación de la materia; ¿por qué, en este sentido, la ley de la conservación de la energía tiene mucha mayor importancia que la ley de la conservación de la materia, que ya Demócrito puso como axioma, y que con el nombre de «inmortalidad de la materia» ha desempeñado también papel tan considerable entre los actuales materialistas?

La respuesta á esta cuestión es que, en el estado presente de las ciencias físicas y naturales, la materia es en todas partes lo desconocido, y la fuerza lo conocido en todas partes; si en vez de fuerza se prefiere mejor decir «propiedades de la materia», ¡téngase mucho cuidado de no encerrarse en un círculo vicioso! Una «cosa» nos es conocida por sus propiedades, y un sujeto es determinado por sus atributos; ahora bien, la «cosa» no es en realidad más que el punto de reposo deseado por nuestro pensamiento; no conocemos más que las propiedades y su reunión en un desconocido, cuya hipótesis es una ficción de nuestro espíritu, si bien á lo que parece es una ficción necesaria é imperiosa exigida por nuestra organización.

La célebre «partícula de hierro» de Dubois, la cual es incuestionablemente la misma «cosa», ya recorra el universo como porción meteórica, ya ruede en los rieles como parte de la rueda de una locomotora, ya en la célula sanguínea circule en las sienas de un poeta, es «la misma cosa» en todos los casos, pero únicamente porque hacemos

abstracción de su posición especial con relación á otras moléculas y de las acciones recíprocas que de ello resultan, y en cambio consideramos como constantes otros fenómenos que, sin embargo, hemos aprendido á conocer sólo como fuerzas de la molécula de hierro y que no siempre sabemos ni podemos provocar de nuevo según leyes determinadas.

Que se comience por resolernos el problema del paralelogramo de las fuerzas si se quiere hacernos creer en la persistencia de la cosa; ó bien, una fuerza que obra con la intensidad x en la dirección ab , ¿es tan incuestionablemente la misma cosa cuando su acción se funde con otra fuerza en una resultante de la intensidad y y de la dirección ad ? Si por cierto, la fuerza primitiva está aún contenida en la resultante y continúa conservándose hasta cuando, en el eterno torbellino de la acción y de la reacción mecánica, la intensidad primitiva x y la dirección ab no reaparezcan jamás; de la resultante puedo, por decirlo así, extraer de nuevo la fuerza primitiva si suprimo la segunda fuerza componente por una fuerza igual de una dirección opuesta; aquí, pues, sé perfectamente lo que debo entender ó no por conservación de la energía; sé, y es preciso que sepa, que la idea de conservación no es más que una concepción cómoda; todo se conserva y no se conserva nada, según el punto de vista en que me coloco para la contemplación de los fenómenos; la verdad está únicamente en los equivalentes de la fuerza que obtengo por la observación y el cálculo; los equivalentes son también, como ya hemos visto, las solas realidades de la química, y son expresados, encontrados y calculados por pesos, es decir, por fuerzas.

A nuestros actuales materialistas no les gusta ocuparse de la ley de la conservación de la energía, porque viene de un lado hacia el cual dirigen raras veces la atención; aunque el público alemán, cuando la explosión de

la polémica materialista, llevaba ya muchos años familiarizado con esta importante teoría, los folletos más influentes no concedieron á aquella ley ni una sílaba; si más tarde Büchner se amparó calurosamente en la ley de la conservación de la energía y la consagró un capítulo especial en la quinta edición de *Fuerza y materia*, esto sólo es una nueva prueba de la devorante y multiforme actividad de su autor; pero en vano se buscará en él una completa claridad acerca del alcance de esta ley y sobre las relaciones que tiene con la teoría de la inmortalidad de la materia; á los materialistas dogmáticos que, por lo demás, están en todas y en ninguna parte, la teoría de la conservación de la energía les robaba el suelo sobre el cual marchaban. Lo que hay de cierto en el materialismo (la exclusión de lo maravilloso y de lo caprichoso fuera de la naturaleza de las cosas), está probado por esa ley de una manera más levantada y más general de lo que los materialistas pudieran hacerlo siguiendo en sus puntos de vista; lo que hay de falso en el materialismo (la elevación de la materia á la dignidad de principio de todo cuanto existe), lo elimina dicha ley por completo, y, al parecer, definitivamente.

No hay, pues, que admirarse, ni aprobarlo tampoco completamente, al ver á uno de los principales elaboradores de la teoría de la conservación de la energía volver casi á la idea aristotélica de la materia: he aquí literalmente lo que dice Helmholtz en su disertación sobre *La conservación de la energía*: «La ciencia considera los objetos del mundo exterior según dos abstracciones diferentes: primero, según su simple existencia, sin preocuparse de su acción sobre los demás objetos ó sobre los órganos de nuestros sentidos; como tales, los designa con el nombre de materia; la existencia de la materia en sí, es, pues, para nosotros tranquila é inactiva; distinguimos en ella la división en el espacio y la cantidad ó masa que se admite como eternamente inmutable; podemos atribuir

á la materia en sí diferentes cualidades, pues si hablamos de materias heterogéneas sólo colocamos sus diferencias en las diferencias de su acción, es decir, en sus fuerzas; además, la materia en sí no puede sufrir otro cambio que en el espacio, es decir, el movimiento; pero los objetos de la naturaleza no son inactivos; no podemos conocerlos más que por la acción que producen en los órganos de nuestros sentidos, y entonces, según su acción, deducimos la existencia de lo que la produce; si queremos, pues, realmente emplear la idea de materia, sólo podemos hacerlo por una segunda abstracción» (ó más bien por una ficción necesaria, por una personificación que aparece en virtud de un contraste psíquico), «añadiendo á la materia aquello de lo cual queríamos antes hacer abstracción, á saber: la facultad de obrar, es decir, que la atribuimos fuerzas. Es evidente que las ideas de materia y fuerza aplicadas á la naturaleza no pueden estar nunca separadas; una materia pura sería indiferente para el resto de la naturaleza, porque no podría jamás determinar un cambio ni en la naturaleza ni en los órganos de nuestros sentidos; una fuerza pura sería algo que debería existir en cualquier parte, y, sin embargo, no existir, porque llamamos materia á lo que existe en cualquier parte; es también engañarse declarar la materia algo real, en tanto que la fuerza sólo sería una simple idea á la que nada real correspondería; ambas son más bien abstracciones de la realidad formadas de una manera idéntica; en efecto, no podemos percibir la materia más que por sus fuerzas, jamás en sí misma» (20).

Ueberweg, que se complacía en dar á conocer sus opiniones divergentes en notas marginales, ha escrito con mucha razón sobre la margen de mi ejemplar de esta disertación, á propósito de las palabras «porque llamamos materia á lo que existe en cualquier parte», «no, más bien substancia»; en realidad, la causa que nos impide admitir una fuerza pura, no debe buscarse más que

en la necesidad psíquica que nos muestra los objetos de nuestras observaciones bajo la categoría de la substancia; no observamos más que fuerzas; pero reclamamos un sujeto permanente de esos variados fenómenos, una substancia; los materialistas consideran ingenuamente la materia desconocida como la única substancia; Helmholtz, por el contrario, está persuadido de que no se trata aquí más que de una hipótesis reclamada por la naturaleza de nuestro intelecto, sin que por esto tenga una verdadera realidad; poco importa, por lo tanto, que en esta hipótesis ponga esta misma materia en lugar de la substancia que acaba, sin embargo, de considerar como desprovista de cualidades; su punto de vista es, bien examinado, el de Kant; en cuanto á la naturaleza pasiva é inerte de la materia, en tanto que hacemos abstracción de las fuerzas, sería menester, con ayuda de la hipótesis de una idea relativa de la materia, evitar el caer en la definición de Aristóteles; tenemos necesidad también para esto de una idea relativa de la fuerza, y podemos permitirnos, como conclusión de estas investigaciones, proponer aquí una triada de definiciones dependientes unas de otras.

Llamamos cosa un grupo de fenómenos conexos que concebimos de un modo unitario, abstracción hecha de agregaciones ulteriores y de modificaciones internas.

Llamamos fuerzas las propiedades de la cosa, que reconocemos por los efectos determinados sobre otras cosas.

Llamamos materia lo que, en una cosa, no podemos ó no queremos resolver en fuerza, y lo que suponemos ser la base y el agente de las fuerzas reconocidas.

Pero, admitiendo esas definiciones, ¿no caeremos en un círculo vicioso? Las fuerzas son propiedades, no una materia existente en sí; pero «de la cosa», y, por lo tanto, de una abstracción; ¿no atribuimos á lo que hay más concreto en apariencia, á la materia, algo que sólo es la abstracción de una abstracción? Pues si nosotros entende-

mos la fuerza en el sentido estrictamente físico de esta palabra, ¿no es entonces una función de la masa, es decir, una vez más, una función de la materia? A esto se puede responder, primero, que la idea de masa en la física matemática, no es más que un número; si se expresa en kilogrametros el trabajo de una fuerza, el coeficiente que determina el grado de elevación está unido á un coeficiente que indica el peso; pero el peso, ¿es otra cosa que el efecto de la fuerza de la pesantez? Uno se imagina el peso del cuerpo entero descompuesto en pesanteces de un número de puntos hipotéticos, y la suma de estos puntos constituye la masa; nada más se une ni puede unirse á esta idea; hemos, pues, reducido sencillamente la fuerza dada á una suma de fuerzas hipotéticas, á los agentes á los cuales se aplica todo lo que más arriba hemos dicho de los átomos; admitiendo esos agentes, sin los cuales no podemos pasar y que es imposible comprender, hemos llegado precisamente al límite del conocimiento de la naturaleza de que hablamos en el capítulo anterior.

Fechner ha intentado dar á la materia un valor independiente de la fuerza, definiéndola lo que se deja sentir al tacto, «lo que es palpable»; naturalmente, se le objeta que esta palpabilidad no descansa más que en la fuerza de resistencia (fuerza que se puede designar en un sentido estrictamente mecánico como un trabajo funcional); replica que esta resistencia sólo se infiere de las relaciones de la sensación del tacto con otras sensaciones, y no es, por lo tanto, una base experimental de la idea de materia (es decir, que esta base no la suministra la experiencia inmediata); pero en esta experiencia inmediata de la sensación de un solo órgano, que sirve de punto de partida á Fechner, la idea de materia, tal como la exige la ciencia de la naturaleza, no está contenida aún; no tenemos más que el lado subjetivo de la sensación, que es una simple modificación de nuestro estado,

y el lado objetivo, que podemos designar generalmente como una relación con un objeto. Ahora bien; este «objeto» llega á ser, desde luego, una cosa en el desarrollo físico natural, y únicamente con la reflexión sobre las propiedades, variables en apariencia, de una sola y misma cosa es como puede surgir la idea de una materia persistente en todas sus modificaciones; pero el mismo proceso desarrolla también necesariamente la idea de las fuerzas de esta materia; así es que no se puede echar el ancla con toda seguridad ni aun en la génesis psicológica de la idea de materia, sin contar que la decisión de la cuestión no está aquí en modo alguno, sino en la investigación de lo que todavía resta de las ideas tradicionales cuando se analizan con los medios más precisos del pensamiento científico.

Más fundado es el ataque que dirige Fechner contra la idea de fuerza; demuestra que la física sólo tiene por objeto lo que es visible y palpable en el espacio y las leyes de su movimiento; «la fuerza no es, por lo general, en la física, más que un término auxiliar para la exposición de las leyes del equilibrio y del movimiento, y toda concepción clara de la fuerza física se reduce á esta definición; hablamos de leyes de la fuerza, pero, si lo consideramos más de cerca, sólo son las leyes del equilibrio y del movimiento las que actúan cuando la materia se encuentra enfrente de la materia»; si substituimos aquí *materia* por *cosas*, no hay objeción seria que hacer; en efecto, la idea no sobreviene en modo alguno de personificar la fuerza misma en vez de la materia, ni de aventurar la conclusión siguiente: puesto que todo lo que conocemos de las cosas puede expresarse por fuerzas, y la materia no es en definitiva más que un residuo del análisis lleno de contradicciones, suponemos que las fuerzas existen por sí mismas; nos basta saber que la palabra *fuerza* es un «término auxiliar» de un empleo incesante ante el cual, tan lejos como se extienda nuestro análisis,

el «término auxiliar» de la materia retrocede hasta lo infinito é inaccesible. Si se quiere definir la fuerza por la «causa del movimiento», no se hace más que emplear un término auxiliar en vez de otro; no hay «causa» de movimiento fuera de los equivalentes de la fuerza viva y de las fuerzas en tensión, y estos equivalentes designan una simple relación de los fenómenos. Según Fechner, la causa de los movimientos está en la *ley*; pero la *ley*, ¿no es también después de todo un «término auxiliar» para el conjunto de relaciones en un grupo de fenómenos?

La idea de materia no sólo puede, hasta en el residuo incomprendible de «algo», ser reducida á la idea de fuerza, sino que es preciso también que renazca sintéticamente de estos elementos, de lo que Zoellner nos suministra una prueba interesante. Se trata de saber si no se podría deducir una modificación de las leyes del movimiento de Newton, en el sentido de la ley de la electricidad de Weber, de la hipótesis de que las acciones se extienden de un punto á otro, no instantáneamente, sino después de un cierto lapso de tiempo, y se hace observar que ya Gauss había buscado, sin poderlo encontrar, una «representación constructible» de una propagación semejante de la fuerza al través del espacio; muy recientemente, el matemático C. Neumann ha intentado resolver este problema haciendo únicamente mover en el espacio los valores potenciales, es decir, la expresión matemática para simples intensidades de fuerza; evidentemente aquí el nudo gordiano de la «constructibilidad» de la representación está cortado con la espada; obtendremos una fuerza adicional cuyo agente no es ya la materia, sino sólo la fórmula fuerza; es como si se dijera que el movimiento es lo que se mueve en el espacio; pero Zoellner prueba con razón que el simple hecho de la personificación de este valor potencial, en movimiento espontáneo, equivale á mover moléculas materiales de un cuerpo á otro; en realidad, si no se puede atribuir una existencia

independiente más que á las ideas abstractas de fuerza y movimiento, se hace de ellas substancias, y en este caso la substancia coincide completamente con la «materia» en la concepción inspirada por el conocimiento científico de la naturaleza.

No es posible desear prueba que establezca más claramente que todo el problema de la fuerza y la materia termina en un problema de la teoría del conocimiento, y que, para las ciencias físicas y naturales, el terreno más sólido es el de las relaciones de los fenómenos; según esto, se pueden siempre introducir hipotéticamente ciertos agentes de estas relaciones, como, por ejemplo, los átomos, y tratarlos como cosas reales; hay, sin embargo, una restricción que hacer, y es la de no convertir esas «realidades» en dogmas y dejar los problemas inexplicados de la especulación allí donde están y como son, es decir, como problemas de la teoría del conocimiento.

CAPÍTULO III

La cosmogonía, según la ciencia de la naturaleza.

La nueva cosmogonía se relaciona con Newton.—La teoría de la condensación.—La teoría de la estabilidad en geología.—Los grandes períodos de tiempo.—Conclusiones sobre la necesidad de la desaparición del sistema solar y de la vida en el universo.—El origen de los organismos.—La hipótesis de la generación espontánea.—La teoría de transporte según Thomson y Helmholtz.—Es rebatida por Zöllner.—Opiniones de Fechner.

Una de las cuestiones más importantes del materialismo antiguo fué la de la cosmogonía natural; la teoría tan frecuentemente ridiculizada del movimiento paralelo é infinito de los átomos al través del espacio sin límites, de los entrelazamientos y combinaciones lentas y progresivas de los átomos, convirtiéndose en cuerpos sólidos ó líquidos, vivos ó inertes, tenía, á pesar de su rareza, un grandioso papel que desempeñar; sin duda estas ideas han influido poderosamente en los tiempos modernos; sin embargo, la conexión de nuestra cosmogonía natural con la de Epicuro no es tan clara como la historia del atomismo; al contrario, este es precisamente el punto que somete á las antiguas ideas á una primera y decisiva transformación; punto de donde sale lógicamente la teoría cosmogónica que, á pesar de su naturaleza hipotética, es todavía de la más alta importancia; pero oigamos á este propósito á Helmholtz: «Kant, preocupado de la descripción física de la tierra y del edificio del mundo, se impuso la penosa tarea de estudiar las obras de Newton; y lo que prueba cuánto profundizó la idea fundamental del matemático inglés, es que concibió el ingenioso pensamiento de que esta misma atracción de toda materia ponderable, que hoy mantiene el curso de los planetas,