

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Apto. 1625 MONTERREY, MEXICO

## Las nuevas concepciones de la materia.

---

Como esta conferencia forma parte de una serie cuyo objeto es el materialismo, algunos de vosotros esperarán acaso que yo responda á una cuestión que las personas mundanas dirigen á los sabios con frecuencia: ¿conduce la ciencia al materialismo? Ahora bien; semejante cuestión no lleva en sí respuesta satisfactoria, y os confesaré que no comprendo bien su sentido. En rigor, yo no sé cuál es la significación de la palabra materialista; si se es materialista cuantas veces se hace jugar á la materia un papel preponderante, la ciencia es sin duda materialista, pues los estudios de la naturaleza, en particular la física y la química, tienen por objeto propio la materia; pero esto no quiere decir que todos los sabios sean materialistas, ya que sus métodos é investigaciones no son toda su vida. Algo mejor comprendo lo que significa la palabra determinista, aunque si de cerca la considero, no estoy muy seguro de comprenderla tampoco. Por

definición, la ciencia es determinista; una ciencia que no lo fuese, dejaría de ser ciencia; un mundo en que el determinismo no reinase estaría cerrado á los sabios, y preguntar cuáles son los límites de este determinismo equivaldría á preguntar hasta dónde se extiende el dominio de la ciencia, las fronteras que no puede franquear. En este respecto, todo nuevo progreso de la ciencia es un éxito para el determinismo; y si las conquistas de los sabios jamás han de detenerse, siéntese uno tentado á concluir que acabará por no quedar lugar para la libertad, y por consiguiente, para el espíritu. Esto, empero, sería precipitarse demasiado: mientras la ciencia sea imperfecta, la libertad conservará un lugar que, aun teniendo que restringirse incesantemente, es suficiente, sin embargo, para que desde él pueda la libertad dirigirlo todo. Ahora bien; la ciencia será siempre imperfecta, y no sólo por la debilidad de nuestra facultad, sino por definición; quien dice ciencia, dice dualidad entre el espíritu que conoce y el objeto conocido, y en tanto que esta dualidad subsista, en tanto que el espíritu se distinga de su objeto, será imposible que lo conozca perfectamente, puesto que no verá nunca más que lo exterior. La cuestión del materialismo, como la del determinismo, de la cual es inseparable, no podrá, pues, ser resuelta en última instancia por la ciencia.

Hechas estas reservas, no cabe negar que, entre

las teorías físicas, las hay que huelen que trascienden á materialismo, y son precisamente aquellas á los físicos más caras, por cuanto tienden á simplificarlo todo, á hacerlo todo claro, á desvanecer en lo posible todo misterio. Estas teorías son las que caen dentro del atomismo y del mecanicismo. El atomismo, desde Demócrito, ha tenido siempre partidarios, y hay que reconocer que es una teoría que seduce. El espíritu no gusta de proseguir indefinidamente el análisis sin esperanza alguna de llegar al fin, prefiriendo pensar que llegará un día á descubrir los elementos últimos y descansar ante ellos. Pero hay dos maneras de comprender el atomismo: los átomos pueden ser elementos de hecho indivisibles, elementos en el sentido absoluto y con arreglo al significado etimológico de la palabra; en este caso, al llegar á ellos, podríamos seguramente reposar y alcanzar una completa quietud metafísica; por desgracia, esta quietud no es duradera, pues tenemos otras necesidades, á más de la necesidad fundamental de nuestro entendimiento de descubrir unidades, aun después de que esta última haya quedado satisfecha. No nos basta comprender, queremos ver; no nos basta contar los átomos, queremos representárnoslos; les damos una forma y es bastante para que podamos mirarlos como indivisibles, si no por los medios de que disponemos, por medios más poderosos que podemos imaginar, y bastante también para que nos veamos

invenciblemente conducidos á preguntarnos si no hay elementos de los átomos, átomos de átomos, por así decirlo.

Sucede con el mecanicismo lo propio: creemos comprender el choque mejor que la acción á distancia; esta última tiene algo de misterioso que evoca naturalmente la idea de una intervención exterior al mundo, y por esto decía antes que el mecanicismo huele que trasciende á materialismo; pero los sabios tienen por misión desvanecer los misterios, que acaban siempre, bien entendido, por volver á encontrar un poco más lejos; en cierto modo les gusta que estén lejos como tales misterios; y esto es lo que hace que todos los sabios, hasta aquellos que por sus convicciones filosóficas personales se hallan más distantes del materialismo, hayan sentido siempre debilidad por las explicaciones mecanicistas. Cuando en alguna parte se encuentra una acción á distancia, hay prisa en imaginar un medio intermediario que tiene por misión transmitir esta acción de cada punto á su punto contiguo; pero con esto se adelanta poco; si ese medio es continuo, no da satisfacción alguna á nuestro amor á la simplicidad, es decir, á nuestra necesidad de comprender; si está formado de átomos, éstos no podrán tocarse; estarán, si se quiere, cerca unos de otros una milésima parte de milímetro; pero una milésima parte de milímetro es todavía una distancia, con el mismo título que un kilómetro; para el

filósofo no hay diferencia; será preciso que la acción pase de un átomo á otro, para que sea una acción á distancia, y vendrá día en que habrá que imaginar, entre los átomos de nuestro primer medio, un segundo medio más sutil destinado á servir de vehículo á la acción.

Estas razones explican por qué *la ciencia está condenada á oscilar constantemente del atomismo al continuismo y del mecanicismo al dinamismo* é inversamente, y por qué *estas oscilaciones no se detendrán nunca*. Pero esto no debe impedirnos examinar el estado presente de las cosas y preguntarnos en qué fase de la oscilación nos hallamos, aunque estemos seguros de volver á encontrarnos un día en la fase opuesta. Y bien: no vacilo en declarar que en este momento vamos hacia el atomismo, y que el mecanicismo se transforma, pero se precisa y toma cuerpo, pronto veremos en qué medida. Hace treinta años mis conclusiones hubieran sido muy diferentes, porque en esa época nos parecían á los físicos un tanto cándidos los entusiasmos del período precedente. Las razones que habían conducido á proclamar la discontinuidad de la materia conservaban su valor en el sentido de que nos suministraban un conjunto de hipótesis cómodas, pero á las que no atribuíamos fuerza probatoria; hasta tratábamos de pasarnos sin ellas y estábamos dispuestos á seguir á Duhem, que quería fundar una termodinámica exenta de hipótesis y exclusivamente fundada en

la experiencia (*hypothèses non fingo*), esto es, una termodinámica en que hubiese muchas integrales y pocos ó ningún átomo. ¿Qué ha pasado después?

La gran fortaleza del mecanicismo es la teoría cinética de los gases. ¿Qué es un gas? Los unos responden: no lo sé, respuesta muy prudente sin duda, pero que no resuelve nada ni nos preserva del error más que á condición de no dejarnos esperanza alguna de descubrir la verdad; no moverse, bajo pretexto de que podría uno engañarse de camino, no es el medio de llegar al fin. Confieso que los que así responden son cada día menos, y que los demás dicen lo mismo: un gas es un conjunto muy numeroso de moléculas que circulan en todos sentidos, chocando con las paredes y entre sí, á modo de un enjambre de mosquitos encerrados en una cámara y que volasen á la ventura hasta dar contra los muros, las ventanas ó el cielo raso. Al chocar contra las paredes, esas moléculas las empujan, y las paredes cederían á esta presión si no estuviesen sólidamente fijadas. Cuando la densidad aumenta, el número de los choques aumenta igualmente, porque hay más mosquitos para dar contra las muros, y la depresión aumenta; tal es la ley de Mariotte. Cuando el gas se calienta, los choques hácese más violentos, y la presión aumenta más aún, á menos que las paredes no cedan y no permitan al gas dilatarse; tal es la ley de Gay-Lussac.

Las propiedades generales del gas se explican fácilmente de esta suerte, pero en los detalles quedan dificultades innúmeras que detienen á ciertos espíritus, induciéndoles á preguntarse si la explicación no es un poco simplista. El estudio de las disoluciones, por ejemplo, del agua salada, llevó á una aproximación inesperada: se vió que las moléculas de sal, disueltas en el agua, se conducen en un vaso lleno de este líquido como las moléculas de sal en un recipiente, es decir, como mosquitos en una habitación; y dado que ciertas conformidades numéricas no podían atribuirse al acaso, se consideró el hecho como una comprobación de la teoría, á pesar de no verse aún las moléculas de sal, como las de gas, por ser muy pequeñas.

Hace tiempo, un naturalista, examinando al microscopio líquidos orgánicos, vió partículas animadas de movimientos desordenados y muy rápidos, constituyentes de lo que entonces se llamaba el movimiento browniano. Para él, allí estaba la vida; pero pronto se supo que partículas inertes, como por ejemplo, granos de carmín, se movían con no menos ardor. Los naturalistas abandonaron la cuestión, pensando que su resolución competía á los físicos, y éstos no hicieron apremio de ella, diciéndose á sí mismos, sin duda: «Estos buenos naturalistas no saben razonar; alumbran con exceso su preparación microscópica, al alumbrarla la calientan, y el calor determina en el líquido corrientes

irregulares.» Por fin, Gony decidió cerciorarse, y vió que no se trataba de eso, sino de un nuevo fenómeno. Las partículas visibles se mueven, pudiendo creerse de primera intención que no obedecen á ninguna fuerza motriz y que están en movimiento perpetuo; en realidad, lo que las sacude son moléculas disueltas é invisibles. Así, si volvemos á nuestros mosquitos, si no tenemos ojos bastante buenos para verlos, y si entre ellos hay algunos moscardones, podremos observar sus movimientos y concluir en los de los mosquitos, si éstos no se desvían de su ruta por capricho, sino para evitar ó perseguir insectos más pequeños que escapan á nuestra mirada.

Esta vez se trataba de algo visible, y quisiera explicaros cómo se tenía á la vez un medio de contar las moléculas. La teoría nos enseña que por efecto de choques incesantes, las moléculas cambian sus velocidades hasta llegar á una distribución media de estas velocidades, que se mantienen después indefinidamente. En esta distribución, las moléculas grandes van menos deprisa que las pequeñas, de tal modo que la fuerza viva de las primeras viene á ser la misma que la de las segundas. Nuestras partículas visibles que sufren el movimiento browniano, los moscardones de nuestro símil, son en realidad grandes moléculas, cuya velocidad conocemos, por cuanto observamos sus movimientos, y cuyos movimientos conocemos también, por

cuanto los vemos. Amén de esto, la teoría nos hace conocer las velocidades de las pequeñas moléculas; y como la fuerza viva de las unas debe ser la misma que la de las otras, una simple regla de tres nos da la masa de las pequeñas, de las moléculas propiamente dichas.

Algo de esto, sin ser esto mismo, ha hecho Perrin. Representémonos la atmósfera: á medida que nos elevamos en ella, la presión y la densidad del aire disminuyen, y la temperatura disminuye igualmente; pero suponiendo que, por un procedimiento cualquiera, la atmósfera se haya mantenido á una temperatura uniforme y constante, es fácil, con ayuda de las leyes elementales de la física, calcular qué sucedería á nuestra atmósfera en condiciones tales. Si estuviese formada por hidrógeno, la densidad decrecería en ella menos rápidamente, porque las moléculas de hidrógeno son más pequeñas que las de oxígeno ó ázoe; las dimensiones de nuestra atmósfera aumentarían en una proporción conocida, y disminuirían si se tomase moléculas mayores: tomemos, pues, los moscardones de nuestro símil, partículas brownianas visibles y en suspensión en el agua, y tendremos una atmósfera á temperatura que podremos estudiar y se halla en miniatura constante, puesto que se halla sumergida en el agua, y comparándola con lo que sería una atmósfera de hidrógeno á la misma temperatura, veremos á qué proporción queda redu-

cida, es decir, cuántas veces son nuestras partículas mayores que las moléculas de hidrógeno. Así es cómo Perrin ha podido decirnos cuántos átomos hay en un gramo de hidrógeno; hay muchos menos de los que pudiera creerse: hay solamente 683.000 millares de millares. No digamos por ello que vemos los átomos desde el momento en que los contamos; cuando se emprende un cálculo, se sabe de antemano que se encontrará una cifra, un resultado cualquiera; ¡qué mucho que se obtenga uno! Esto no es aún una prueba de que los átomos existan.

Pero he aquí algo más serio: se tiene otro modo de ver los átomos por medio del instrumento llamado *espectariscopio*. Mirando á través de él algunos trozos de radio, y á alguna distancia un poco de substancia fosforescente, por ejemplo, sulfuro de zinc, se ve de tiempo en tiempo un resplandor, una especie de chispa, y estas chispas se las distingue y se las puede contar. Crookes decía que cada chispa es una molécula de helio que se separa del radio y que golpea el sulfuro, pero esto no parece probable. ¿No será una propiedad del sulfuro que sufriese una variación discontinua cuando se hubiera acumulado lentamente en él una cantidad suficiente de energía, que se destrozaría cuando se le hubiera calentado el tiempo necesario, lo que no querría decir que hubiera recibido el calor de una vez?

Prosigamos, sin embargo; puesto que tenemos un

segundo medio de contar las moléculas, absolutamente independiente del de Perrin, comparémoslos: encontraremos esta vez 650.000 millares de millares. He aquí una concordancia sorprendente y completamente inesperada. Bien comprenderéis que no sumamos sino algunos millares de millares poco más ó menos.

En esto hay motivo para maravillarse, tanto más cuanto que una decena de procedimientos enteramente independientes, y que no podría enumerar sin fatigaros, nos conducen á un resultado idéntico. Si hubiera más ó menos moléculas por gramos, el brillo del cielo azul sería muy diferente; los cuerpos incandescentes irradiarían más ó menos, etc.; no hay que decir que vemos los átomos.

Aquí me detengo para hacer una reflexión. Supongamos un gigante armado de un enorme telescopio. Llega al fondo de los oscuros abismos del cielo, dirigiéndose hacia una especie de nube que brilla con un brillo lechoso, nuestra *Vía Láctea*, que sabemos lo que es, porque estamos dentro de ella, no ignorando que está formada de un millar de mundos semejantes al nuestro; pero el gigante de la hipótesis se ve reducido á conjeturas, y se pregunta con grandes esfuerzos de razonamiento, si esta nube está hecha de una materia continua ó si está formada de átomos. Sin embargo, un día su telescopio le muestra en esta nube miriadas de puntos luminosos. «¡Ah!, helos aquí, se dice; ya

tengo los átomos.» El desgraciado no sabe que estos átomos son soles que cada uno de ellos es el centro de un sistema de planetas, que sobre cada planeta hay millones de seres que discuten eternamente para saber si ellos mismos están formados de átomos.

Y bien: he aquí dónde estamos; acabamos de percibir los átomos, y ya para estos átomos se plantea el mismo problema que para los cuerpos groseros que los sentidos nos muestran. ¿No es cada uno de ellos un mundo, y no está hecho de elementos cada uno de estos mundos? Nosotros estamos más adelantados que nuestro gigante, nosotros discernimos ya en cada átomo una rica diversidad, nosotros comenzamos á ver en ellos detalles, y todos los sabios acogerían con un movimiento desdeñoso á quien tratara de hacerles creer que los átomos del químico, aquellos que acabamos de enumerar, son puntos matemáticos, seres indivisibles, como lo exigiría el griego.

Y desde un principio nosotros vemos nuestros antiguos átomos disgregarse ante nuestra vista. Las sustancias radioactivas, por el juego mismo de su actividad, se transforman constantemente. Si partimos del uranio, vemos que pierde constantemente helio, y esta emisión continua es lo que le da sus propiedades radiantes. Se transforma en radio, éste á su vez pierde helio y después de varias etapas se acabará por llegar al polonio, y sin duda

no nos detendremos aquí y acabaremos por llegar á un cuerpo simple vulgar sin radioactividad. Pero esto no es todavía más que una descomposición química ordinaria, difiriendo solamente de aquellas que nos son habituales por su lentitud, por el calor enorme que emite, por los fenómenos extraños de que viene acompañada; pero que puede explicarse por una ecuación como todas las reacciones químicas, puesto que los productos de la descomposición son cuerpos tangibles conocidos, catalogados. Ciertos cuerpos que se había creído simples son compuestos: he aquí todo; pero la vieja doctrina atómica queda intacta.

Observemos un poco más y veamos al átomo descomponerse en trozos mucho más pequeños llamados electrones. Todos conocéis los tubos de que se sirven los físicos y los médicos para producir los rayos X y operar la radiografía: son gruesas ampollas de vidrio en las que se ha hecho el vacío y donde se encuentran electrodos unidos á una fuente de electricidad; cuando pasa la corriente, el vidrio se hace luminoso y brilla con un verdoso brillo. Esto consiste en que el electrodo negativo, el cátodo, ha emitido radiaciones particulares llamadas rayos catódicos, que son los que hiriendo el cristal lo hacen luminoso y los que hiriendo el anticátodo, es decir, el electrodo opuesto al cátodo, producen los rayos X, de los cuales no quiero ocuparme por el momento. ¿Qué es, pues, esto más que un rayo

catódico? Es un surtidor de partículas extremadamente tenues y cargadas de electricidad negativa que es posible recoger: estas partículas se llaman electrones. Estudiando la acción del magnetismo y de la electricidad sobre estos rayos catódicos puede medirse la viveza de estas partículas, que es enorme, así como la relación de su carga con su masa, y hay motivos para creer que esta carga es la misma que la que transporta un átomo en la descomposición de las disoluciones salinas por las corrientes eléctricas, debiendo deducirse que la masa de un electrón es mil veces más pequeña que la de un átomo de hidrógeno. Se ve uno así conducido á representarse un átomo como una especie de sistema solar: en el centro, un cuerpo relativamente grueso que lleva una carga positiva; y gravitando alrededor de este astro central, especies de planetas, mucho más pequeños, cargados negativamente y que son electrones. El sol central atrae estos planetas, porque está cargado positivamente y porque la electricidad positiva atrae la electricidad negativa. Tenemos, pues, aquí la imagen de la gravitación newtoniana que rige nuestro sistema. Fuera de esto, para nosotros, que vemos el átomo desde lo exterior, este átomo no nos parece electrizado, precisamente porque hay tanta electricidad positiva sobre él como electricidad negativa sobre los planetas.

Este nuevo paso de avance es todavía una victoria del atomismo. No solamente la materia, sino

que también la electricidad deja de ser divisible hasta lo infinito, y se resuelve en elementos irreductibles; no tenemos ningún medio de cortar un electrón en dos, de tomar la mitad de su carga y transportarla á otra parte: el electrón es un verdadero átomo de electricidad.

No podemos, sin embargo, detenernos en esta etapa en que los elementos últimos serían pequeños corpúsculos que poseyesen un poco de masa y una carga eléctrica invariable. Hay personas que han tenido la curiosidad de buscar el origen de esta masa, y han demostrado que tal masa no existe y que no es más que una apariencia debida á los fenómenos electromagnéticos provocados, circundante en la mutación de la carga eléctrica. No es mi propósito daros una idea de sus razonamientos, y me atengo al resultado. Si hay un atributo de la materia que puede pertenecerle como propio, es sin duda la masa, hasta el punto que las palabras masa y materia parecen casi sinónimas. Lavoisier, con la balanza en la mano, ha demostrado la indestructibilidad de la materia al demostrar la invariabilidad de la masa. Pero, según la teoría que nos ocupa, esto no es más que una apariencia, que multitud de circunstancias y, sobre todo la velocidad, pueden hacer variar. De este modo se quita á la materia su papel activo, para transferirlo al éter, verdadero asiento de los fenómenos que atribuímos á la masa. No hay, pues, materia, y sí sólo

agujeros en el éter; sólo que como estos agujeros no pueden cambiar de lugar sin desarreglar el éter que les rodea, requiérese un esfuerzo para verificar ese cambio y parecen dotados de inercia, siendo así que esta inercia corresponde en realidad al éter.

Esto nos recuerda el éter que habíamos olvidado. Ahora bien: el éter nos aparece como un medio continuo; posible es que esté formado de átomos; esto se reduce á una hipótesis en el aire, pues tales átomos no podemos verlos, como no vemos los del químico, y á todo más nos es dable soñarlos. Solamente así parece la continuidad instalada, siquier sea provisionalmente, en el medio etéreo, único verdaderamente activo.

Y para concluir, debo deciros una palabra de la última peripecia de la lucha entre los atomistas y los partidarios de la continuidad, peripecia que ha sido el episodio más inesperado y sorprendente de toda esta historia. Planck cree tener razones para concluir que los cambios de calor entre los cuerpos próximos, cambios que se cumplen por irradiación, no pueden tener lugar más que por saltos ó grados discontinuos: tal es lo que se llama la teoría de los *quanta*. Yo no sé si podría hacer que os diéseis cuenta de lo que tiene de extraño esta hipótesis, y para hacérsela comprender bien, voy á llevarla á sus consecuencias extremas, á las que me parece debe fatalmente conducirnos. El mundo, en dicha

hipótesis, no varía de una manera continua y como por grados insensibles, sino por saltos, por saltos muy pequeños, á los ojos miopes del hombre, lo que nos da la ilusión de la continuidad (sabido es que los miopes, cuando miran á cierta distancia una página impresa, no distinguen lo negro y lo blanco, sino que ven una superficie uniformemente gris). No cabría, pues, decir entonces: *Natura non facit saltus*, pues haría lo contrario precisamente. Y no ya la materia quedaría reducida á átomos, pero la historia del mundo, el tiempo mismo, por cuanto dos instantes, comprendidos en un mismo intervalo entre dos saltos, no serían discernibles desde que correspondiesen al mismo estado del mundo.

No tenemos para qué avanzar tanto. Considerad solamente que estamos lejos de ver terminarse la lucha entre las dos maneras de pensar: la de los atomistas (que creen en la existencia de elementos últimos, cuyas combinaciones en número finito, pero grande, bastan para explicar los aspectos variados del universo) y la de los partidarios del continuo y del infinito. Esta lucha durará mientras exista la ciencia y piense la humanidad, porque es debida á dos necesidades inconciliables del espíritu, pero de las que el espíritu no podría despojarse sin dejar de ser: la necesidad de comprender, y no podemos comprender más que lo finito; y la necesidad de ver, y no podemos ver más que la exten-

sión, que es infinita. Pero que la guerra no conduzca nunca probablemente á la victoria definitiva de los beligerantes, no quiere decir que sea estéril. Por lo mismo que á cada nuevo combate el campo de batalla cambia de posición, á cada nuevo combate se da un paso adelante, consiguiéndose una conquista, no para uno de los dos combatientes, sino para la humanidad.

ENRIQUE POINCARÉ,  
De la Academia Francesa.

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
"ALFONSO REYES"  
Apdo. 1625 MONTERREY, MEXICO

### El materialismo y los datos actuales de las ciencias de la vida.

Voy á hablar del materialismo y de su situación en presencia de los datos actuales de las ciencias de la vida. Para precisar la cuestión, conviene definir el materialismo. Ahora bien: la mejor manera de definirlo consiste en sintetizar sumariamente la forma más antigua, bajo la que apareció en estado de doctrina netamente constituida: tal es el sistema imaginado por Demócrito, completado por Epicuro, y que el gran poeta Lucrecio cantó con acentos dignos de una filosofía menos desesperante.

Para Demócrito y sus continuadores, la materia es eterna y se compone de átomos, es decir, de partículas muy pequeñas que no admiten ulterior división. Estos átomos son indestructibles y existen desde toda la eternidad. Caen sin comienzo ni término en el vacío infinito, obligados por la pesantez y siguiendo la dirección de la vertical. Tienen cavidades y asperezas. En su caída incesante, chocan