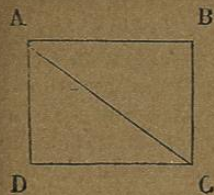


mediario explicativo y demostrativo que une la propiedad al grupo, analizando los términos de la definición.

Tal es, en efecto, el método empleado en las ciencias constructivas. Todos los teoremas se demuestran en ellas por *análisis*, por el análisis de los términos de las definiciones. Se ha visto ya por estos primeros teoremas que nos dispensamos de demostrar y que se llaman axiomas. Hemos definido las magnitudes iguales, la línea recta, las paralelas, la velocidad, la fuerza, la masa, y se ha hallado que las propiedades atribuidas á cada compuesto primitivo por los axiomas le son unidos por la mediación de algún carácter tácito, á la vez encerrado y oculto en su definición.

Lo mismo se aplica á los teoremas ulteriores que conciernen á compuestos más complejos. En ellos también, el intermediario explicativo y demostrativo es un carácter, más frecuentemente una serie de caracteres, incluidos en la definición del compuesto.—Todos saben cómo se demuestra un teorema de geometría, por ejemplo, el que dice que los lados opuestos de un paralelogramo son iguales. Nos referimos á la definición del paralelogramo, que es un cuadrilátero cuyos lados opuestos son paralelos. Estando incluida esta doble propiedad en la definición, la extraemos de ella por análisis y tenemos el primero de los intermediarios buscados.—Se le analiza, y refiriéndose á las propiedades de las paralelas, se descubre que si se traza la diagonal AC , el ángulo BAC y el ángulo ACD , el ángulo DAC y el BCA son iguales dos á dos como alternos internos; lo cual dá un segundo intermediario.—Pero, por otra parte, la diagonal, al mismo tiempo

que forma triángulos, se analiza también este tercer intermediario y refiriéndose á las propiedades de los triángulos, se observa que los dos triángulos son iguales, por tener un lado común, la diagonal, comprendido entre dos ángulos iguales, uno á uno; de donde se sigue que AB , igual á DC y AD , á BC .—Así, de la definición se obtiene el primer intermediario, el paralelismo de cada par de lados opuestos; de este se obtiene el segundo, la igualdad de los dos ángulos alternos internos que la diagonal forma en cada par de paralelas; de este se saca el tercero, la igualdad de los triángulos, que la diagonal forma por ambos lados con las paralelas, y de este, en fin, se obtiene la igualdad de los lados opuestos del paralelogramo. La definición contiene pues el primer intermediario, el cual contiene el segundo, éste el tercero, éste el cuarto, que contiene la propiedad enunciada. Forma esto como una serie de cajas, embutidas unas en otras; la mayor, es la definición primera, y la más pequeña es el último atributo; cada caja más grande contiene otra más pequeña, y no podemos tocar una de ellas sino después de haber abierto sucesivamente todas las que la encierran.—Notad el punto difícil de la operación. Cada intermediario, á más del carácter que de él se saca, y que llevará á la propiedad enunciada, contiene otros varios; no hay que equivocarse, omitir el bueno, sacar otro. En otros términos, y para seguir la comparación, cada caja mayor, al lado de la más pequeña en la



po que ángulos, ha formado triángulos, se analiza también este tercer intermediario y refiriéndose á las propiedades de los triángulos, se observa que los dos triángulos son iguales, por tener un lado común, la diagonal, comprendido entre dos ángulos iguales, uno á uno; de donde se sigue que AB , igual á DC y AD , á BC .—Así, de la definición se obtiene el primer intermediario, el paralelismo de cada par de lados opuestos; de este se obtiene el segundo, la igualdad de los dos ángulos alternos internos que la diagonal forma en cada par de paralelas; de este se saca el tercero, la igualdad de los triángulos, que la diagonal forma por ambos lados con las paralelas, y de este, en fin, se obtiene la igualdad de los lados opuestos del paralelogramo. La definición contiene pues el primer intermediario, el cual contiene el segundo, éste el tercero, éste el cuarto, que contiene la propiedad enunciada. Forma esto como una serie de cajas, embutidas unas en otras; la mayor, es la definición primera, y la más pequeña es el último atributo; cada caja más grande contiene otra más pequeña, y no podemos tocar una de ellas sino después de haber abierto sucesivamente todas las que la encierran.—Notad el punto difícil de la operación. Cada intermediario, á más del carácter que de él se saca, y que llevará á la propiedad enunciada, contiene otros varios; no hay que equivocarse, omitir el bueno, sacar otro. En otros términos, y para seguir la comparación, cada caja mayor, al lado de la más pequeña en la

que finalmente se encontrará la propiedad enunciada, contiene otras varias que se abriría inútilmente; hay, por tanto, que poner mano en la caja útil y si hay, como en el caso interior, cinco cajas que abrir, hay que tener cinco veces seguidas tacto, y elegir bien.—Además y de ordinario, hay cajas que no se abren enteramente solas, se hace precisa una hábil vuelta de llave; nos hemos visto obligados á ejecutar una construcción, añadir una línea á la figura, trazar la diagonal. Y esta vuelta de llave, abriendo una cerradura, nos ha abierto de rechazo una segunda; en efecto, esta diagonal tan bien elegida no solo ha dado los dos pares de ángulos alternos internos, ha dado también los dos triángulos iguales. En esto consiste el talento del geómetra; es preciso que por un instinto, rápido ó por tanteos numerosos, abra golpe tras golpe, sin equivocarse, la serie de las cajas útiles, y que halle la vuelta de llave adecuada.

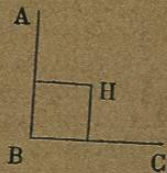
Ahora, sigamos su marcha; comienza por formar compuestos, muy simples, la línea recta enteramente sola, la recta que corta otra, la recta perpendicular á otra, dos rectas paralelas. Según el procedimiento que se acaba de ver, y por un intermediario ó un engranaje de intermediarios, incluidos en la definición de su compuesto, le une varias propiedades.—Luego, combinando entre sí sus compuestos primitivos construye compuestos ulteriores, el triángulo, el cuadrilátero, los polígonos, con dos, tres ó varias rectas que se cortan dos á dos; el círculo con una recta que gira sobre uno de sus extremos; el plano, con una perpendicular que al girar permanece perpendicular á la recta con relación á la cual era primeramente perpendicular; más tarde, los poliedros, con planos

terminados por polígonos; la esfera con el semicírculo girando sobre su diámetro. A estos compuestos nuevos une propiedades nuevas por nuevos teoremas. ¿Cuáles son aquí los intermediarios? Basta una ojeada para reconocerlos; son las propiedades ya demostradas de los compuestos anteriores. El compuesto más complejo tiene por factores compuestos más simples, y las propiedades de sus factores, introducidas en él con ellos, son los intermediarios por los cuales se le unen las propiedades de que él mismo está provisto. Hace un momento se ha visto que las propiedades del paralelogramo le son unidas gracias á las propiedades de los dos pares de paralelas que son sus elementos. Se vería de igual modo que las propiedades de la esfera le son adscritas gracias á las del semicírculo en revolución que le engendra, y en general, que toda propiedad de un compuesto cualquiera se le une gracias á las propiedades de los compuestos más simples que con sus factores.—De este modo, cada compuesto nuevo es una caja mayor en la que se ponen varias más pequeñas, con todo lo que contienen. En el que se llama paralelogramo se ponen dos pares de paralelas que se cortan. En el que se llama círculo se pone una infinidad de rectas iguales que tienen un punto común. En el que se llama esfera, se pone una infinidad de semicírculos iguales que tienen un diámetro común, y las propiedades de la gran caja así formada le son adscritas gracias á las propiedades de las cajas menores que encierra con su contenido.—Síguese de aquí que la última razón, el último *porqué*, el último intermediario explicativo y demostrativo, que une una propiedad á un compuesto geométrico cualquiera, retrocede de caja

en caja, y de continente en contenido, á medida que se le persigue, de la esfera al semicírculo en revolución, de este á la recta que gira, de esta á la simple recta, es decir, del compuesto á sus factores, de estos á sus factores, y así sucesivamente, para dejarse al fin percibir en los factores primitivos, es decir, en las pequeñas cajas elementales en que está incluido. Llegados allá, tenemos á mano la última razón de la ley geométrica. En todas las ciencias constructivas, como en geometría, los axiomas la dan; y si la dan los axiomas, es porque enuncian las propiedades de los factores primitivos.

Pensemos bien estas palabras: la última razón de una ley. Las leyes que se han descubierto en las ciencias constructivas son en número enorme, y este aumenta todos los días. Ahora bien, los intermediarios últimos que las explican y demuestran son las propiedades de cinco ó seis factores primitivos enunciadas por una docena de axiomas, los cuales, á su vez, no son, como se ha visto, sino casos ó aplicaciones del axioma de identidad. De esta fuente única, esparcida en una docena de arroyuelos salen las innumerables corrientes y todos los ríos de la ciencia. Tal es la virtud de los factores ó elementos primitivos, cuando son todo lo simples, todo lo abstractos, todo lo generales posible: de sus leyes derivan las de sus compuestos menos generales y abstractos, y así sucesivamente, de escalón en escalón, por un descenso gradual, sin que jamás de un escalón á otro y de la ola más alta á la capa de agua más baja cese la continuidad. Sobre los factores primitivos debe recaer, por lo tanto, el principal esfuerzo del método. De aquí un nuevo modo de

considerar las magnitudes y principalmente las geométricas. Sea una línea recta, ó líneas curvas, y principalmente entre ellas las que en otro tiempo no se podían definir sino por la naturaleza del sólido de que se obtienen, como ocurría con las secciones del cono, á saber, la elipse, la parábola, la hipérbola y demás, todavía más complicadas. Cada una de ellas tiene una forma, y una vez trazada la línea, vemos esta forma en masa. Pero la línea está compuesta de factores primitivos ó *elementos* que son sus puntos, y su forma no es más que un conjunto, el conjunto de todas las posiciones distintas ocupadas por todos sus puntos distintos. Siguese de aquí que hay una razón, un *porqué*, un intermediario para explicar y demostrar todas las propiedades que se pueden observar en la línea y en su forma, y que este intermediario se encuentra en los elementos de la línea y de su forma, es decir, en los diversos puntos dotados de posiciones distintas de que la línea y su forma no son más que el total. — Ahora bien, ¿cómo se determina la posición de un punto? Entre otros procedimientos, hay uno muy cómodo que consiste en tomar en un plano, dos ejes fijos, A B, B C, que se cortan según un ángulo conocido, trazar de estos ejes paralelas al punto y dar la longitud de estas paralelas. Estas dos longitudes, que se llaman coordenadas, son magnitudes que comparadas entre sí, presentan una cierta relación. He aquí, pues, la posición del punto definida por la relación mútua de dos magnitudes auxiliares. — Ahora, en vez de un punto único, supongamos una serie continua de puntos, es de-



cir, una línea tal, que esta relación sea la misma para todos sus puntos; la línea y su forma serán enteramente definidas, y definidas por un carácter común de sus elementos.

Así, para no tomar sino los ejemplos más sencillos, si dándose los dos ejes, la línea en cuestión es la bisectriz de su ángulo, todos los puntos de la bisectriz tienen este carácter común, que para cada uno de ellos, una de las dos coordenadas es igual á la otra. Si la línea en cuestión es una circunferencia, y los dos ejes, siendo perpendiculares uno á otro, pasan por el centro del círculo, todos los puntos de la circunferencia, tienen el carácter común de que para cada uno de ellos, la suma de los cuadrados de las dos coordenadas es igual al cuadrado del radio. Esta relación constante, que se mantiene la misma en todas partes á través de todos los pares de coordenadas da lugar, cuando se la valora, á una ecuación; para la bisectriz, la primera coordenada, x más la segunda y igual á $2x$; $x + y = 2x$; de modo semejante para la circunferencia $x^2 + y^2 = r^2$. — Tal es la fórmula que se llama ecuación de la línea; hay una para la elipse, para la parábola, la hipérbola, para toda curva, para toda superficie. Hay una porción de la geometría que forma así el análisis de una línea ó de una superficie y que descomponiéndola en sus elementos, separa en ellos con carácter algebraico común á todos; esta ciencia se llama geometría analítica. Del carácter expresado por una ecuación se obtienen todas las propiedades de la línea; en otros términos, se encuentra para unir la línea ó sus propiedades, un intermediario, una razón, un *porqué* incluído en la ecuación que es su definición.

Se ve cuán importante es la consideración de los elementos; en efecto, ha sido necesario emplearla para tener la verdadera noción de magnitud y dar á las matemáticas todo su alcance; este estudio es el que, con el nombre de cálculo de los infinitamente pequeños, constituye la parte superior de la ciencia. En vez de comparar en él dos magnitudes consideradas en conjunto, se comparan los aumentos infinitamente pequeños de dos magnitudes, aumentos que son sus factores componentes, y sus elementos primitivos (1). «Se cometería error, dice un matemático filósofo, al no ver en este segundo modo más que una abreviación convenida, una forma de lenguaje aparentemente más cómoda porque se usa más. No es efectivamente más cómoda sino porque es la expresión natural del modo de generación ó de extinción de dos magnitudes, *que aumentan ó disminuyen por elementos más pequeños que toda magnitud finita*. Así, cuando un cuerpo se enfría, la relación entre las variaciones elementales del calor y del tiempo es la verdadera razón de la que se establece entre las variaciones de estas mismas cantidades cuando han adquirido valores finitos. Esta última relación, es verdad, es la única que puede caer directamente bajo nuestra observación, y cuando definimos la primera por la segunda, haciendo intervenir la idea de límite, nos conformamos á las condiciones de nuestra lógica humana. Pero, una vez en posesión de la idea de

(1) Cournot, *Traité de l'enchaînement des idées fondamentales*, I, 87, y *Traité élémentaire du calcul infinitesimal*, I, 82. — Desde este punto de vista, ha podido decirse con fundamento que los infinitamente pequeños existen en la naturaleza.

la primera relación, nos conformamos á la naturaleza de las cosas, haciendo de ella el principio de explicación, del valor que la observación asigna á la segunda relación. Por esta razón la notación de las cantidades infinitesimales, imaginada por Leibnitz, constituye una invención capital que ha aumentado tan prodigiosamente el poder del instrumento matemático, y el campo de sus aplicaciones á la filosofía natural».

Por todas partes flota la misma conclusión. En las ciencias constructivas, todo teorema que enuncia una ley es una proposición analítica. De los dos datos cuyo enlace constituye una ley, el segundo está unido al primero, oscura ó claramente, directa ó indirectamente, por un tercer dato, razón, intermediario explicativo y demostrativo que, contenido en el primero, contiene á su vez una serie de intermediarios posteriores encajados unos en otros. Si, finalmente, se investiga cuál es la última razón de la ley, el último intermediario, el último *porqué*, tras del cual toda pregunta se suspende porque la suprema explicación está dada y la demostración es completa, se halla que es un *carácter incluido en la definición de los factores ó elementos primitivos*, de que el primer dato no es más que el conjunto y el total.

II. He aquí que hemos llegado á las ciencias experimentales. Aquí los recursos son menores y las dificultades más grandes.—Sea una de las leyes anteriormente examinadas, á saber, que el enfriamiento origina el rocío, es decir, la liquefacción y el depósito del vapor de agua que contiene el aire.—De los dos datos, el enfriamiento y la liquefacción, que por su par forman la ley, el prime-

ro, según la teoría expuesta, debe contener un carácter explicativo cuya mediación le une al segundo. Es preciso, pues, descomponerle para obtener de él este intermediario.—Pero no puedo efectuar esta descomposición; el análisis que dominaba enteramente sobre las combinaciones mentales no domina igualmente sobre las reales. Habiendo formado las primeras, sé todo lo que contienen, puesto que, por hipótesis, no contienen nada sino lo que en ellas he puesto. No habiendo formado las segundas, no sé todo lo que contienen, y al trozo que de ellas poseo, necesito añadir, por descubrimientos ulteriores, todos los que no poseo. ¿Qué es este enfriamiento del vapor de agua? En el momento en que por inducción establezco la ley, lo ignoro. Todo lo que sé de él, es que es un cambio de estado que produciéndose en el vapor, despierta en mí la sensación de frío. En sí mismo, este cambio me es desconocido; no sé de él más que uno de sus efectos, no le conozco más que por un signo. Por medio de este signo y otros indicios tales como las variaciones del termómetro, es preciso estudiarle ahora, observar en él propiedades intrínsecas, y para esto, emplear de nuevo la inducción.—Ahora bien, se descubre por inducción que el enfriamiento introducido en un cuerpo gaseoso, líquido ó sólido, cualquiera que sea su estado, *tiende á aproximar mutuamente sus moléculas*, y en electo, las aproxima siempre, salvo algunos casos excepcionales, en que la tendencia es neutralizada por ciertas tendencias contrarias que á veces la aproximación puede desarrollar (1).

(1) Por ejemplo, el máximo de densidad ó de aproxi-

He aquí un primer intermediario explicativo, incluido en los caracteres del cuerpo enfriado, y que la inducción pone aparte.—Ahora, otras inducciones establecen que un cuerpo sólido, líquido ó gaseoso, es un sistema de moléculas esparcidas y dotadas las unas con relación á las otras, de fuerzas atractivas y repulsivas, que, á medida de su aproximación mútua, la proporción mútua de las fuerzas atractivas y repulsivas cambia y se invierte; que durante un primer período, que es el estado gaseoso, las fuerzas atractivas pueden ser consideradas como anuladas por la enormidad de las repulsivas, lo cual explica la fuerza de tensión de los vapores y de los gases; que al fin de este período, cuando las moléculas están bastante cercanas, llega una época de equilibrio entre las fuerzas repulsivas y las atractivas, época distinta según la constitución diferente de los distintos cuerpos; que durante esta etapa, la repulsión y la atracción, estando casi neutralizadas una por otra, las moléculas que no se rechazan ni se atraen mútuamente, se dejan separar muy fácilmente, no ejercen esfuerzo alguno contra su continente, se agrupan según una superficie paralela al horizonte, en resumen, son fluídas y presentan los caracteres sensibles que constituyen el estado líquido, en vez de los que constituyen el gaseoso; que más bajo, pasado este segundo período, cuando las moléculas se han acercado aún más, se inicia una época en que las fuerzas atractivas tienen, no ya la igualdad, sino el ascendente marcado, época diferente, según la distinta cons-

mación de las moléculas del agua está á $+4^{\circ}$ y no más abajo.

titución de los diferentes cuerpos; que durante esta tercera etapa, las moléculas agrupadas resisten más ó menos enérgicamente á las fuerzas que quieren separarlas del sistema, y en vez de los caracteres sensibles que constituyen el estado líquido, presentan los que constituyen el sólido. De donde se sigue que, pasado un cierto momento, el gas cuyas moléculas están suficientemente cercanas, debe cambiarse en líquido, y que el vapor de agua debe cambiarse en agua. Ahora bien, no se sabe por otra parte por inducción el límite en que para el vapor de agua termina este período; es tal grado del termómetro, para tal cantidad de vapor de agua suspendida en el aire. He aquí el segundo intermediario pedido.—Si el enfriamiento ocasiona la liquefacción del vapor ambiente, es que aproxima sus moléculas más allá de un cierto límite; si más allá de este límite, el exceso de las fuerzas repulsivas sobre las atractivas cesa sin invertirse en sentido contrario, y que en virtud de este equilibrio las moléculas no tienen en su relación una con, de otra ni adherencia notable ni repulsión, lo cual es propiamente el estado líquido. Aproximación de las moléculas, equilibrio más allá de tal grado, entre las fuerzas atractivas y repulsivas de las moléculas, tales son los dos intermediarios por los cuales el primer dato de nuestra ley, el enfriamiento, se une al segundo, la liquefacción. Su aproximación es una propiedad de las moléculas del vapor enfriado. El equilibrio es una propiedad de estas moléculas suficientemente aproximadas. Y finalmente, el estado líquido, tal como lo observan nuestros sentidos, es una propiedad del equilibrio así alcanzado.

Así, el primer dato de la ley, contiene entre sus

caracteres el primer intermediario explicativo, el cual contiene al segundo, que contiene el segundo dato de la ley. Visiblemente, este engranaje es semejante al que hemos notado ya en la demostración de los teoremas.—Sin duda, no hemos obtenido esta vez los intermediarios por el mismo camino que anteriormente. No nos ha bastado consultar nuestra noción de un cuerpo que se enfría, tenía demasiadas lagunas; no nos enseñaba nada, sino que el cuerpo que ocasiona en nosotros una sensación de frío, y en el termómetro una baja del alcohol, sufre un cambio desconocido. Han sido necesarias varias experiencias, y una inducción para distinguir este cambio, que es una aproximación de las moléculas. De modo semejante, no nos ha bastado consultar nuestra noción de un cuerpo, cuyas moléculas se aproximan; á su vez, tenía demasiadas lagunas; no nos informaba acerca de los efectos de la aproximación. Ha sido precisa la gran inducción de Newton para reconocer que la atracción de las moléculas crece en razón inversa del cuadrado de sus distancias, de donde se sigue que pasado un cierto grado de proximidad, las fuerzas atractivas deben equilibrarse con las repulsivas, y han sido precisas las inducciones de otros físicos para reconocer qué grado de enfriamiento lleva este grado de proximidad entre las moléculas del vapor de agua.—Pero si los procedimientos del descubrimiento han sido distintos, la estructura de las cosas se ha mostrado la misma. En la ley experimental lo mismo que en el teorema matemático, el primer dato es una caja mayor que, á través de una serie de otras cada vez más pequeñas, encierra como último contenido el segundo dato. Solamente que en la ley experimental,

no bastan como en el teorema matemático, con poner la mano cada vez en la caja buena y abrirla; no se la tiene á mano, en el espíritu; es preciso salir del espíritu, ir á cogerla donde está, es decir, en la naturaleza, sacarla de allí, á fuerza de experiencias é inducciones. Hecho esto, se la lleva al espíritu, en él se la aloja en su puesto, en la caja en que faltaba, y cuando con estas excursiones nos hemos procurado de este modo todas las cajas necesarias, no hay más que abrirlas por su orden, para pasar sin interrupción, como en un teorema, del primero al segundo dato de la ley.

Ahora, entre las ciencias experimentales, consideremos las que están muy adelantadas, la mecánica aplicada, la astronomía matemática, la óptica, la acústica, en las que hemos recogido y colocado muchas de estas cajas. Entre los compuestos reales de que estas ciencias tratan y los ideales de que tratan las ciencias constructivas, la analogía es sorprendente.—Sean algunos de estos compuestos reales, el movimiento de una bala de cañón lanzada con tal velocidad inicial por una tangente á la tierra, la órbita descrita por Vénus ó tal otro planeta, cierta sucesión de ondas sonoras ó luminosas. Cada uno de estos compuestos tiene sus propiedades, como el paralelogramo ó la esfera, y la proposición que le une una de sus propiedades, como el teorema que une al paralelogramo ó á la esfera una de sus propiedades, anuncia una ley general. Ahora bien, en este compuesto, como en el paralelogramo ó la esfera, hay factores ó compuestos más simples, que introducidos en él, han llevado consigo sus caracteres; y si posee la propiedad indi-

cada por la ley es, como el paralelogramo ó la esfera, merced á los caracteres aislados ó combinados de sus factores. Si la bala tiene tal alcance, describe tal curva y sufre tal disminución de velocidad, es gracias á las presencias combinadas de cierto impulso inicial, de la atracción terrestre y de la resistencia del aire. Si dos rayos luminosos se extinguen por grados, ó si dos sonidos continuos llegan á enmudecer por momentos, es merced á las velocidades de las dos series de ondas propagadas, que por grados ó por momentos, se entrecrocán y se anulan.—Síguese de aquí, que en la ley experimental, como en la geométrica, las propiedades de un compuesto más complejo se le unen por la mediación de las propiedades de sus factores ó compuestos más simples, que lo mismo ocurre con cada uno de éstos, y que por tanto, si se buscan los últimos intermediarios, las últimas razones, los últimos caracteres explicativos y demostrativos que establecen la ley, se les verá retroceder, de compuesto más complejo ó compuesto más simple, para dejarse percibir al fin en algunos factores muy simples ó elementos primitivos de que son las propiedades.

En efecto, en cada una de las ciencias que hemos nombrado hay algunas leyes muy generales que corresponden á los axiomas; como éstos, dan la razón última de la ley establecida, y si la dan es que, como los axiomas, enuncian las propiedades de los factores primitivos. Tal es en la mecánica aplicada el principio de que si un cuerpo pierde ó adquiere una cierta cantidad de movimiento, la misma cantidad se adquiere ó pierde por otro cuerpo. Tales son los dos principios en que se funda la astronomía, el uno que atribuye

á los cuerpos planetarios de nuestro sistema una tendencia á moverse en línea recta con una velocidad uniforme por la tangente de su órbita, el otro que les atribuye una tendencia á caer los unos hacia los otros y hacia la masa central, tendencia proporcional á las masas ó inversa al cuadrado de la distancia. Tal es, en acústica y en óptica, la admisión de medios elásticos en que ondas de tales amplitudes se propagan con tal velocidad en el sentido del impulso primitivo, ó según una perpendicular á este impulso.—De estas leyes, como de otros tantos axiomas se desprende una prodigiosa cantidad de leyes parciales; y la única diferencia que separa á las ciencias así formadas de las ciencias matemáticas, es que en éstas, siendo obtenidos los axiomas por construcción, podemos por análisis subir más alto que ellos, hasta el principio de identidad que es su fuerte común, en tanto que en aquéllas, siendo obtenidas las leyes fundamentales por inducción, estaríamos obligados para subir más que ellas, á emplear una vez más la inducción, lo que quizás podremos hacer mañana, lo que hoy todavía no podemos hacer, y que nos obliga á considerarlas provisionalmente como primitivas, en tanto que descubrimientos ulteriores les superpongan leyes más generales y les hagan pasar de primera á segunda fila.

III. Igual disposición en las otras ramas menos adelantadas de la ciencia experimental, en la teoría del calor, de la electricidad de los fenómenos químicos, vitales é históricos. Allí también, las leyes particulares que se alcanza primeramen-

te y que enuncian las propiedades de los compuestos más complejos hallan su explicación y su demostración en leyes cada vez más generales que se alcanzarán enseguida y que enuncian las propiedades de factores cada vez más simples. Según se considera tal ó cual rama, se encuentra que la operación ha sido llevada más ó menos lejos; la ciencia experimental entera se asemeja así á una catedral empezada á la vez por varios puntos. Sus pilares son de desigual altura, los unos casi terminados, los otros medio hechos, los otros, finalmente, apenas provistos de sus primeros sillares. Pero todos indican, por su adelgazamiento gradual y en dirección convergente, que una bóveda superior debe reunirlos.

Ahora bien, esta dirección constante nos muestra en qué sentido hay que aplicar nuestro esfuerzo, y por qué trabajo ulterior debe continuarse el edificio. Se acaba de ver que las propiedades de un compuesto le son unidas por intermedios que son las propiedades de sus factores, componentes ó elementos, tal es la regla universal. Son, pues, estos elementos los que hay que separar principalmente y á sus propiedades debemos dirigir toda nuestra atención. Por tanto, cuando estos elementos caigan más fácilmente bajo nuestra observación, explicaremos y demostraremos más fácilmente las propiedades de los compuestos que son su conjunto.—Es justamente el caso de los compuestos más complejos de todos los que son objeto de las ciencias naturales y de las históricas. Así en ninguna parte, me atrevo á decirlo, la parte filosófica y superior de la ciencia ha avanzado más. Un cuerpo vivo, planta ó animal, es una sociedad de órganos; ahora bien,

cada uno de estos órganos es bastante grande para ser percibido por nuestros sentidos, medido por nuestros instrumentos, detallado por nuestras descripciones, figurado por nuestros dibujos. Se presta directamente al estudio y comparado con sus análogos, manifiesta propiedades que, unidas á las de sus asociados, explican los caracteres del cuerpo de que son elementos.—Dos propiedades son comunes á todos los órganos de un cuerpo vivo. La una, anteriormente mencionada (1) y expuesta con toda proligidad por Cuvier, es la de ser *útil*, lo que trae consigo para el órgano la necesidad de poner de acuerdo sus caracteres con los de todos los demás órganos asociados, de modo que se realice tal efecto total y final, es decir, se haga posible tal género de vida, carnívoro, frugífero, insectívoro, en el agua, en el aire ó en la tierra, en presencia de ciertas presas ó de tales enemigos, en resumen, en tal medio; hemos indicado las consecuencias infinitas de esta propiedad de todo órgano; son tan numerosas y tan ciertas que los anatómicos han reconstruido animales fósiles con algunos de sus fragmentos. Hay una segunda, distinguida por Geoffroy Saint-Hilaire, todavía más fecunda en consecuencias, la propiedad de *mantener su puesto en un plano*. Por la primera, el órgano es un instrumento que desempeña un oficio; por la segunda, es una pieza que pertenece á un tipo. Con este título, cualesquiera que sean las modificaciones secundarias que le impone su paso de un animal á otro diferente, y por consiguiente, su adaptación á un uso nuevo, permanece en el fondo el mismo, jamás

(1) Segunda parte, libro IV, cap. III.

es traspuesto, siempre se le halla en el mismo lugar y se hace reconocer á través de los alargamientos, las soldaduras, los empobrecimientos, los cambios de función y aún las pérdidas de uso, que, deformado, trasformado, atrofiado, ha sufrido.—El mismo grupo de artículos anatómicos da el brazo y la mano en el hombre, el ala en el murciélago, la pata en el gato, la pierna en el caballo, la natatoria en la foca; la vejiga natatoria del pez es el pulmón respiratorio del mamífero. Al borde del ala se encuentra muchas veces en las aves un huesecillo inútil, provisto de una uña en algunos jóvenes, sin uso, salvo el de representar un dedo degenerado, la boa que reptar tiene vestigios de miembros, y se encuentra en cierta culebra un pequeño hombro, un esternón y una pelvis rudimentaria; esta misma culebra, cuando joven, posee dos pequeños tubérculos salientes, restos supervivientes y temporales de los miembros posteriores atrofiados. Una pieza tiene, pues, la propiedad de provocar por su presencia la de todo un sistema de piezas ordenadas según un plan fijo, lo cual da la fuerte armadura del animal entero; y además, tiene la propiedad de determinar por su estructura y su función la estructura y la función de las otras piezas, lo cual da la estructura total y el conjunto de las funciones del animal completo. De este modo, dos propiedades comunes á los elementos del conjunto explican casi todos los caracteres de él y la anatomía filosófica da la razón de las leyes que la anatomía descriptiva había observado.

De modo semejante, en estas sociedades humanas cuyos caracteres fijos ó variables son objeto de la historia, los elementos, fácilmente per-

cibidos, nos hacen comprender el conjunto. Porque estos elementos son los individuos humanos de que una sociedad en una época dada no es más que la agrupación, y no nos cuesta trabajo alguno distinguir sus rasgos comunes. Gracias á los documentos conservados y por procedimientos exactos de reconstrucción metódica, podemos hoy suprimir la distancia del tiempo, representarnos en ejemplares más ó menos numerosos al francés ó al inglés del siglo xvii ó de la Edad Media, al antiguo romano, y aun al indio de la época búdica; representarnos su vida privada, pública, industrial, agrícola, política, religiosa, filosófica, literaria, en resumen, hacer la psicología descriptiva de su estado moral y mental y el análisis circunstanciado de su medio físico y social; después, de estos elementos pasar á otros más simples aún, distinguir las aptitudes y la tendencias que vuelven á hallarse eficaces y preponderantes en todos los movimientos de su espíritu y de su corazón, notar las concepciones de conjunto que determinan el sentido de todas sus acciones; en resumen, distinguir las fuerzas primordiales, que presentes y actuantes en cada momento de la vida de cada individuo, imprimen al grupo total, es decir, á la sociedad y al siglo, los caracteres que la observación le ha reconocido (1). En todas partes donde se pueden así aislar y observar los elementos de un compuesto, cabe, por las propiedades de los elementos, explicar las propiedades del compuesto, y de algunas leyes generales, deducir una mul-

(1) He tratado de aplicar este método en varios escritos históricos; le he puesto en el prólogo de los *Essais de critique et d'histoire* y en el de la *Histoire de la littérature anglaise*.

titud de leyes particulares. Es lo que hemos hecho aquí mismo; primero hemos descendido por grados hasta los últimos elementos del conocimiento para remontar en seguida de escalón en escalón hasta los conocimientos más simples, y de aquí, también por grados hasta los más complejos; en esta escala, cada escalón se ha unido sus caracteres por la mediación de los que se habían manifestado en los escalones inferiores.

Por esto, cuando en esta descomposición progresiva llegamos á compuestos en que nuestra conciencia, nuestros sentidos y nuestros instrumentos no pueden distinguir los elementos más simples, la explicación se suspende y se reduce á conjeturas. Se han hallado en nuestro camino sensaciones, las del tacto, el olfato y el gusto, en las que no hemos podido distinguir las sensaciones elementales, y todo lo que nos ha permitido la analogía, es pensar que las había. Un límite semejante se establece por una dificultad semejante en las demás ciencias experimentales. Por medio de su microscopio, el fisiólogo y el embriólogo resuelven los tejidos vivos en elementos anatómicos, pequeños cuerpos que son las más de las veces células de diversas formas y diferentemente agrupadas; pero no perciben los elementos de la célula, ignoran sus propiedades, al menos las ignoran hoy: en la pulpa líquida y sin forma que se organiza en un receptáculo provisto de un núcleo, no pueden distinguir las partículas, ni con mayor razón sus propiedades. A lo más conjeturan que son moléculas químicas, en extremo complicadas y que sus reacciones mútuas las agrupan en una cierta forma visible.—De modo semejante, por medio de su experiencia, el quí-

mico y el físico establecen que las últimas partículas de un cuerpo homogéneo son moléculas ó pequeñas masas todas semejantes; que si el cuerpo es simple como el oxígeno, cada molécula es simple y consiste por entero en oxígeno; que si el cuerpo es compuesto como el agua, cada molécula está compuesta de dos ó varias pequeñas masas elementales, la una que es oxígeno, la otra que es hidrógeno. Pero estas moléculas nadie las ha visto, ni puede verlas; se ignora su forma, su peso, su distancia, su situación mútua, la cantidad de las fuerzas atractivas y repulsivas que las mantienen en equilibrio, la amplitud y la velocidad de las vibraciones que se les supone alrededor de un centro supuesto de oscilación. A lo más, y según indicios, se deduce que de estas propiedades desconocidas, derivan las conocidas del cuerpo total, la afinidad mayor ó menor que tiene por tal otro, la reacción que en él provoca ó de él sufre, la propiedad que tiene de combinarse con tal otro en proporciones definidas, y siempre las mismas, la equivalencia de tal peso del primero y de tal otro del segundo para combinarse con un mismo peso de un tercero, etcétera.

Así, frente á las sensaciones elementales, las células vivas, las moléculas químicas, los átomos etéreos, el sabio está como un miope contra hormigueros de especies distintas; su mirada torpe no alcanza más que los efectos de masa, los cambios de conjunto, la forma total del edificio, las pequeñas obreras le escapan, no las ve trabajar. Puede tomar la cuarta parte ó la mitad de un hormiguero, derribarla sobre la otra con sus habitantes, observar primero una agitación, una

confusión, luego un apaciguamiento, un arreglo y un nuevo desarrollo; nada más. Como maneja muy bien la experiencia y la inducción, ha concluido por reconocer que hay en cada trozo habitantes invisibles, y en cada trozo distinto habitantes diferentes, que ciertas mezclas se logran mejor que otras, que siempre hay que guardar ciertas proporciones, que después de la mezcla, el nuevo edificio presenta caracteres que no se mostraban en ninguno de los dos montones mezclados. Pero le serían precisos ojos bastante más penetrantes para descubrir la economía de los dos hormigueros primitivos, los instintos de sus hormigas, los cambios establecidos entre las dos tribus asociadas, y la economía final del edificio ulterior que juntas construyen. Asentad que en estas asociaciones de moléculas que se llama cuerpo, los habitantes y los materiales son una sola y misma cosa; la comparación se aplicará muy exactamente.

He aquí por qué, en un cierto límite, nuestra explicación se detiene, y aunque de siglo en siglo la llevemos más adelante, es posible que venga siempre á detenerse ante un límite. Si nunca conocemos exactamente la forma, la distancia, el espesor, el peso de las moléculas del oxígeno ó del sodio, así como la amplitud y la velocidad de sus oscilaciones, estaremos quizá en frente de un sistema análogo á nuestro sistema solar, especie de torbellino cuyos elementos groseramente semejantes reclamarán una descomposición ulterior, y no dejarán explicar sus propiedades sino por las propiedades todas diferentes de sus elementos, éstos lo mismo, y así sucesivamente, por un retroceso al infinito. Porque la magnitud

es siempre relativa; nada impide que nuestras moléculas tengan por elementos otras diferentes, tan pequeñas con relación á ellas como ellas lo son con relación á un planeta, y así sucesivamente, sin tregua ni fin. En este caso, las capas sucesivas de los factores cada vez más simples serían diferentes como las cifras sucesivas de una fracción no periódica.—Quizá, por el contrario, en un cierto punto de descomposición, toda diferencia cesa entre el compuesto y los factores, y las propiedades del compuesto no son más que la suma de las de sus factores, de igual modo que la gravedad total de un cuerpo no es más que la suma de la de sus moléculas; en cuyo caso el límite sería alcanzado, puesto que, conociendo las propiedades del compuesto, conoceríamos por esto mismo las de sus últimos elementos. En este caso, las capas sucesivas de los factores cada vez más simples serían semejantes pasado un cierto límite, como lo son pasado un cierto límite las cifras sucesivas de una fracción periódica mixta.—Pero no importa que las propiedades del compuesto y de sus factores sean semejantes ó diferentes; siempre dirigimos nuestras observaciones ó nuestras conjeturas á las propiedades de los factores. La estructura de las cosas es, pues, la misma en las ciencias experimentales que en las constructivas, y en unas como en otras, el intermediario explicativo y demostrativo que sirve de lazo entre una propiedad y un compuesto cualquiera, es un carácter ó una suma de caracteres, diferentes ó semejantes, incluido en los elementos del compuesto.

Resta un exceso de exigencia que es particular de las ciencias experimentales. Cuando formamos